



FINAL PROJECT - TK145501

DESALINASI AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *REVERSE OSMOSIS*

ELSYA ARILY YUNANDA
NRP. 2314 030 075

DELFI MELINDA NURUL RIYADI
NRP. 2314 030 086

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Subyakto, M.S.

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
2017



TUGAS AKHIR - TK145501

DESALINASI AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *REVERSE OSMOSIS*

ELSYA ARILY YUNANDA
NRP. 2314 030 075

DELFI MELINDA NURUL RIYADI
NRP. 2314 030 086

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Subyakto, M.S.

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
2017



FINAL PROJECT - TK145501

**DESALINATION OF WATER BECOME CLEAN
WATER USING REVERSE OSMOSIS METHOD**

ELSYA ARILY YUNANDA
NRP. 2314 030 075

DELFI MELINDA NURUL RIYADI
NRP. 2314 030 086

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Subyakto, M.S.

STUDY PROGRAM OF DIII CHEMICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya, 2017

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :

**“DESALINASI AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH DENGAN
MENGUNAKAN METODE *REVERSE OSMOSIS*”
TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

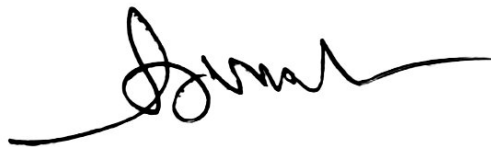
Oleh

Elsya Arily Yunanda
Delfi Melinda Nurul Riyadi

(NRP 2314 030 075)
(NRP 2314 030 086)

disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

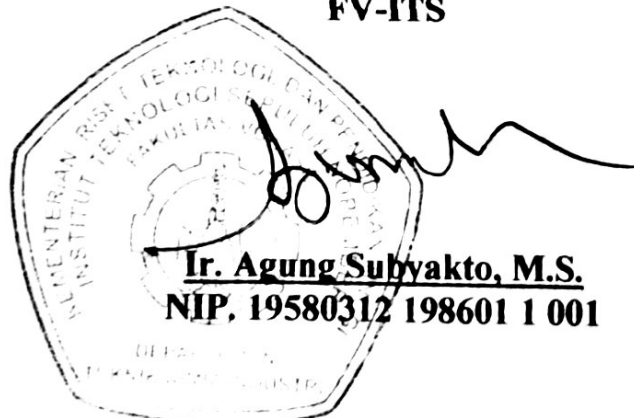
Dosen Pembimbing



Ir. Agung Subyakto, M.S
NIP. 19580312 198601 1 001

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS**



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 24 JULI 2017

LEMBAR REVISI


Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir
pada tanggal 24 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul
**“DESALINASI AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *REVERSE*
OSMOSIS”,** yang disusun oleh :

Elsya Arily Yunanda
Delfi Melinda Nurul Riyadi

(NRP 2314 030 075)
(NRP 2314 030 086)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Sri Murwanti, MT.



.....


2. Prof. Dr. Ir Soeprijanto, MSc.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Agung Subyakto, MS



.....

SURABAYA, 24 JULI 2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat – Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Desalinasi Air Payau Menjadi Air Bersih dengan Menggunakan Metode *Reverse Osmosis*”**.

Laporan tugas akhir ini merupakan tahap akhir dari penyusunan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.md) di Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS. Pada kesempatan kali ini atas segala bantuannya dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini, kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Agung Subyakto M.S, selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS.
2. Bapak Ir. Agung Subyakto M.S sebagai dosen pembimbing yang mengawasi dan membantu menyelesaikan tugas akhir.
3. Ibu Ir. Sri Murwanti, M.T dan Prof. Dr. Suprijanto, M.Sc selaku dosen penguji Tugas Akhir.
4. Terimakasih kepada ibu Ibu Ir. Sri Murwanti, M.T selaku dosen wali dari saudari Delfi, dan Ibu Nurlaili Humaidah S.T, MT selaku dosen wali dari saudari Elsyia.
5. Rekan – rekan seperjuangan angkatan 2014 atas kerjasamanya selama menuntut ilmu dan seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS.
6. Kedua orang tua kami dan orang terdekat yang selalu mendukung dan memberikan baik moril maupun materil

Penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DESALINASI AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *REVERSE OSMOSIS*

Nama Mahasiswa : 1. Elsy Arily Yunanda 2314 030 075
2. Delfi Melinda Nurul R 2314 030 086
Program Studi : Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Agung Subyacto, M.S

ABSTRAK

Ketersediaan air di Indonesia mencapai 15.500 m³ per kapita per tahun. Angka ini masih jauh di atas ketersediaan air rata-rata di dunia yang hanya 8.000 m³ per tahun. Hal ini dikarenakan air payau di daerah pesisir memiliki kandungan natrium klorida (NaCl) yang tinggi sehingga menyebabkan kandungan garam yang berlebih. Air payau disebabkan oleh adanya intrusi air laut ke jalur air tanah. Peristiwa inilah yang menyebabkan tingginya kadar garam air sumur di daerah pesisir.

Pada percobaan kali ini digunakan Pre-Treatment alat (MFA) Media filter Antrasit dan atau Demineralisas. Hal ini dikarenakan antrasit mampu bertahan pada tekanan tinggi dan dapat secara mudah dibersihkan. Dan Demineralisasi untuk sebagai penukar ion.

Pembuatan prototype Desalinasi Air Payau terdiri dari perancangan prototype, persiapan pembuatan sampel, pembuatan prototype, dan pengolahan sampel. Pengolahan air payau ini terdiri dari dua proses utama, yaitu filtrasi dan Reverse Osmosis. Produk yang dihasilkan, selanjutnya dianalisa pada parameter pH, salinitas, TDS, turbidity dan Total Hardness dalam kandungan air pada Media filter Antrasit dan Reverse Osmosis.

Kata kunci: Air Payau, Media Filter Antrasit, Demineralisasi dan Reverse Osmosis

"DESALINATION OF WATER WATER BECOME CLEAN WATER USING REVERSE OSMOSIS METHOD"

Name of Student : 1. Elsy Arily Yunanda 2314 030 075
2. Delfi Melinda Nurul R 2314 030 086
Study Program : Industrial Chemical Engineering Department
FV-ITS
Supervisor : Ir. Agung Subyakto, M.S

ABSTRACT

Water availability in Indonesia reaches 15,500 m³ per capita per year. This figure is still well above the average water availability in the world which is only 8,000 m³ per year. This is because brackish water in coastal areas has high sodium chloride (NaCl) content which causes excess salt content. Brackish water is caused by the intrusion of sea water into the groundwater path. It is this event that causes the high salinity of the well water in the coastal areas.

In this experiment used Pre-Treatment tool (MFA) Antrasite and / or Demineralisas filter media. This is because the anthracite is able to withstand high pressure and can be as easily cleansed. And Demineralization for as ion exchanger.

Creation of brackish water desalination prototype consists of designing prototype, sample preparation preparation, prototype manufacture, and sample processing. This brackish water treatment consists of two main processes, namely filtration and Reverse Osmosis. The resulting product is then analyzed on pH, salinity, TDS, turbidity and Total Hardness parameters in the water content of Antrasite and Reverse Osmosis filter media.

Keywords: *Brackish Water, Anthracite Filter Media, Demineralization and Reverse Osmosis*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Inovasi Produk	I-4
1.5 Manfaat Inovasi Produk	I-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Payau	II-1
2.2 Proses Pengolahan Air Payau	II-2
2.3 Reverse Osmosis	II-6
2.4 Demineralisasi	II-9
2.5 Manometer	II-12
2.6 Kualitas Air	II-14
BAB 3 METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
3.1 Bahan yang Digunakan	III-1
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	III-1
3.3 Variabel yang Digunakan.....	III-2
3.4 Prosedur Pembuatan	III-2
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Percobaan.....	IV-1
4.2 Pembahasan Pendahuluan	IV-3
BAB 5 NERACA MASSA.....	V-1
BAB 6NERACA ENERGI.....	VI-1
BAB 7ANGGARAN BIAYA	VII-1
BAB 8 PENUTUP.....	VIII-1
Appendix A	ix

Appendix B	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR PUSTAKA.....	xv
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	A-2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Antrasit.....	II-4
Gambar 2.2 Alat <i>Reverse Osmosis</i>	II-9
Gambar 2.3 Kombinasi kolom resin anion, kation, serta sistem pembuangan CO ²	II-9
Gambar 2.4 Suatu rangkaian proses demineralisasi	II-11
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Deaerator untuk Membuang Gas–Gas yang ada dalam Air Ketel	II-12
Gambar 2.6 pH meter.....	II-15
Gambar 2.7 <i>Turbidity</i> meter.....	II-16
Gambar 2.8 Salinitas meter.....	II-18
Gambar A.1 Sketsa Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit) dan Reverse Osmosis.....	A-1
Gambar A.2 Sketsa Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit)	A-2
Gambar A.3 Gambar Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit) dan Reverse Osmosis skala Laboratorium	A-3
Gambar A.4 Gambar Serangkaian Alat Demineralisasi skala Laboratorium	A-3

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Parameter TDS Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)	IV-3
Grafik 4.2	Parameter pH Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)	IV-5
Grafik 4.3	Parameter <i>Turbidity</i> Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)	IV-6
Grafik 4.4	Parameter <i>Total Hardness</i> Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)	IV-7
Grafik 4.5	Parameter TDS Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis Dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi.....	IV-8
Grafik 4.6	Parameter pH Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis Dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi.....	IV-10
Grafik 4.7	Parameter <i>Turbidity</i> Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis Dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi.....	IV-11
Grafik 4.8	Parameter <i>Total Hardness</i> Pada Percobaan Metode Reverse Osmosis Dengan <i>Pre-treatment</i> MFA (Media Filter Antrasit)- Demineralisasi	IV-12

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Analisa dengan <i>Pre-treatment</i> dengan MFA (Media Filter Antrasit)	IV-1
Tabel 4.2	Analisa dengan <i>Pre-treatment</i> dengan MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi (Softener).....	IV-2
Tabel 5.1	Neraca Massa Proses <i>Reverse Osmosis</i>	V-1
Tabel 6.1	Tabel Perhitungan Energi Proses <i>Reverse Osmosis</i>	VI-1
Tabel 6.2	Neraca Energi Proses <i>Reverse Osmosis</i>	VI-1
Tabel 7.1	Investasi Peralatan Produksi	VII-1
Tabel 7.2	Biaya Operasi Per Bulan.....	VII-2
Tabel 7.3	Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan	VII-2
Tabel 7.4	Biaya Kebutuhan Bahan Baku Per Produksi (Bulan).....	VII-3
Tabel A.1	Neraca Massa Proses Reverse Osmosis.....	A-1
Tabel A.1.1	Massa H ₂ O Sebelum Proses Reverse Osmosis	A-2
Tabel A.2.1	Massa Total Hardness Sebelum Proses Reverse Osmosis	A-2
Tabel A.3.1	Massa TDS Sebelum Proses Reverse Osmosis	A-2
Tabel A.4.1	Massa Salinitas Sebelum Proses <i>Reverse Osmosis</i>	A-2
Tabel A.5.1	Massa H ₂ O Sesudah Proses <i>Reverse Osmosis</i>	A-3
Tabel A.6.1	Massa Mg ²⁺ Sesudah Proses <i>Reverse Osmosis</i>	A-3
Tabel A.7.1	Massa TDS Sesudah Proses <i>Reverse Osmosis</i>	A-3
Tabel A.8.1	Massa Salinitas Sesudah Proses <i>Reverse Osmosis</i>	A-3
Tabel B.2	Neraca Energi.....	B-1
Tabel B.3	Komponen Energi Total pada Proses Utama	B-2

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air adalah substansi yang paling penting dalam kehidupan manusia. Ketersediaan sumber daya air yang terbatas menjadi suatu hal yang perlu dikaji seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Menurut Laporan dari *Worldwatch Institute* (WI) tahun 2013, saat ini ada 1.2 milyar atau seperlima penduduk dunia tinggal di wilayah yang kekurangan akibat kerusakan lingkungan, berkurangnya air tanah, dan distribusi air yang tidak merata (*Damanhoury, 2012*).

Situasi kelangkaan air ini akan terus memburuk seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, perubahan iklim dan pertumbuhan investasi. Peningkatan jumlah penduduk akan diiringi dengan peningkatan jumlah penggunaan air, baik sektor pertanian maupun sektor industri maupun sektor rumah tangga. Perubahan iklim mengakibatkan fenomena kekeringan yang berkepanjangan, gelombang panas, dan hujan badai, yang secara tidak langsung berpengaruh pada ketersediaan air di muka bumi (*Castell- Exner dan Petry, 2014*).

Kebutuhan akan air untuk setiap aktivitas berbeda – beda sesuai fungsinya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, antara lain : (a) Domestik : kebutuhan air untuk sanitasi domestik, memasak dan keperluan rumah tangga lainnya. (b) Komersial dan Industri : untuk industri dan komersial seperti pabrik – pabrik, perkantoran, pusat perdagangan, dsb. (c) Kepentingan umum : untuk mencukupi kebutuhan air bersih di gedung pemerintahan dan pelayanan pemerintahan (*Hadisoebroto, 2009*). Berdasarkan data Statistik Air Bersih yang telah diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik tahun 2011, jumlah pelanggan perusahaan air bersih di Indonesia pada tahun 2009 mencapai 9.569.403 pelanggan dan mengalami penurunan pada tahun 2010, menjadi 9.565.778 pelanggan.



Salinity atau salinitas adalah jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air. Kandungan garam dalam air ini dinyatakan dalam ppt atau *part per thousand* karena satu kilogram sama dengan 1000 gram. Dari sumber literatur lain, air tawar maksimal mempunyai salinitas 1 ppt sedangkan air minum 0,5 ppt. Sementara itu air laut rata-rata mempunyai salinitas 35 ppt. Pada umumnya dengan komposisi kimia air payau yang perlu diperhatikan dalam pengolahan ini, adalah kandungan Cl^- , Ca, Mg, dan Na. Air payau yang mengandung Na melebihi batas, misalnya lebih besar dari 200 ppm, jika dikonsumsi dalam waktu yang lama dapat mengganggu kesehatan. Demikian pula jika air tersebut digunakan untuk menyiram tanaman misalnya sayuran, maka hasil panen yang diperoleh berkurang jika dibandingkan dengan hasil penyiraman air tawar. Jumlah penurunan hasil panen tergantung dari besaran salinitas air dan jenis tanaman. Untuk keperluan industri, adanya NaCl dan MgCl_2 dalam air yang melebihi batas akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa dan peralatan proses (Astuti, widi. 2007).

Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi masalah penyediaan dan peningkatan kualitas air minum, salah satunya adalah teknologi pemurnian air menggunakan membran *Reverse Osmosis* (RO). Di berbagai belahan dunia, teknologi membran RO secara luas digunakan untuk memproduksi air dengan kualitas tinggi, baik dalam skala besar maupun kecil. Menurut catatan penjualan modul membran RO pada tahun 1998 mencapai 200 juta US dolar. Teknologi membran RO skala rumah tangga merupakan satu perkembangan yang memiliki prospek di masa depan serta memungkinkan masyarakat untuk memiliki sistem pengolahan air sendiri yang praktis dan ekonomis. Membran RO dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti komponen organik, anorganik, bakteri, virus, partikulat, serta ion atau garam terlarut. Membran RO juga dikenal sebagai media penyaring yang memiliki pori paling kecil dibandingkan media penyaring lainnya, yaitu 0,0001 mikron. Teknologi ini memiliki beberapa



keunggulan dibandingkan dengan teknologi pengolahan air konvensional seperti flokulasi, sedimentasi, *ion exchange*, distilasi, serta adsorpsi. Proses pemisahan membran RO dapat dilakukan secara kontinyu tanpa penambahan bahan kimia, energi yang dibutuhkan lebih rendah, mudah discale up, dan mudah dikombinasikan dengan proses yang lain. Beberapa riset dan paten tentang keefektifan membran RO dengan berbagai macam desain dan konfigurasi turut mendukung perkembangan teknologi RO skala rumah tangga.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara pemurnian air payau dengan parameter salinitas menjadi air Tawar dengan menggunakan alat *Reverse Osmosis*?
2. Bagaimana pengaruh suspended solid dengan menggunakan Pre-Treatment dan atau Reverse Osmosis dengan variabel Salinitas?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan digunakan sebagai berikut :

1. Pemurnian air payau dengan variabel salinitas pada *Modified Filter Antrasit* dengan menggunakan *Reverse Osmosis* untuk mengatasi air yang kotor pada air sumur daerah pesisir, menjadi air tawar sehingga dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga
 2. Pemurnian air payau dengan variabel salinitas pada *Media Filter Antrasit* dengan menggunakan *Reverse Osmosis* di lihat dengan beberapa parameter yaitu pH, salinitas, TDS, *turbidity* dan *Total Hardness* dalam kandungan air pada *Media Filter Antrasit* dan *Reverse Osmosis*.
-



I.4 Tujuan Inovasi Produk

Dalam tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pemurnian air payau dengan variabel salinitas menjadi air tawar dengan menggunakan *Reverse Osmosis*
2. Mengetahui pengaruh suspended solid dengan menggunakan Pre-Treatment dan atau Reverse Osmosis dengan variabel Salinitas

I.5 Manfaat Inovasi Produk

Manfaat yang diharapkan dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Membantu masyarakat untuk mengolah air payau yang kualitasnya kurang baik menjadi air tawar dalam membantu kebutuhan air bersih pada rumah tangga.
2. Sebagai inovasi perancangan alat pengolahan air payau yang sederhana dan efektif.
3. Menjadi sebuah usaha bisnis bagi pengusaha untuk menyediakan alat pengolahan air payau bagi masyarakat yang dapat membantu kebutuhan air bersih khususnya rumah tangga.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Payau

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut air payau. Namun jika lebih, disebut air asin. Air payau ditemukan di daerah-daerah muara dan memiliki keanekaragaman hayati tersendiri.

Air payau adalah air yang salinitasnya lebih rendah dari pada salinitas rata-rata air laut normal (<35 permil) dan lebih tinggi dari pada 0,5 permil yang terjadi karena pencampuran antara air laut dengan air tawar baik secara alamiah maupun buatan. Banyak sumur-sumur yang airnya masih mengandung ion-ion besi (Fe^{2+}), natrium (Na^+), zink (Zn^{2+}), sulfat (SO_4^{2-}), dan klorida (Cl^-) yang cukup tinggi (Etikasari dkk, 2009).

Sumber air payau yang biasa digunakan adalah berasal dari air tanah, air tanah ini menjadi salin atau berasa asin karena intrusi air laut atau merupakan akuifer air payau alami. Air permukaan yang payau jarang dipergunakan tetapi mungkin dapat terjadi secara alami. Air payau dapat memiliki range kadar TDS yang cukup panjang yakni (1000-10.000 mg/L) dan secara tipikal terkarakterisasi oleh kandungan karbon organik rendah dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid. Beberapa komponen yang terdapat dalam air payau seperti boron dan silika memiliki konsentrasi yang bervariasi dan dapat memiliki nilai yang beragam dari satu sumber dengan sumber lainnya (Greenlee dkk, 2009).

Air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu :

1. Karakteristik fisik

- a. Mempunyai densitas = 1,02 dengan pH 7,8-8,2
- b. Rasanya pahit dan aromanya tergantung pada kemurniannya.



2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia yang ada dalam air dapat merugikan lingkungan. Berikut beberapa karakteristik kimia dari air bersih :

- a. Derajat keasaman (pH) antara 6 - 8,5
- b. Jumlah kesadahan (*Total Hardness*)

(Wulandari A, 2009)

2.2 Proses Pengolahan Air Payau

2.2.1 Filtrasi (*Media Filter Antrasit*)

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Secara umum filtrasi adalah proses yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan bahan pengotor (partikulat) yang terdapat dalam air. Pada prosesnya air merembes dan melewati media filter sehingga akan terakumulasi pada permukaan filter dan terkumpul sepanjang kedalaman media yang dilewatinya. Filter juga mempunyai kemampuan untuk memisahkan partikulat semua ukuran termasuk didalamnya algae, virus, dan koloid-koloid tanah (Syahrir, 2012).

Penyaringan (filtrasi) merupakan proses pemisahan antara padatan tersuspensi dengan cairan. Proses penyaringan bisa merupakan proses awal (primary treatment) atau penyaringan dari proses sebelumnya, misalnya penyaringan dari proses koagulasi (Kusnaedi, 1995).

Menurut Saeni (1986) medium penyaringan dapat digunakan pasir, antrasit, “diatomaceous earth” (tanah mikro), arang aktif, batu akik (granit), ijuk, resin atau campurannya. Penyaring pasir efektif untuk menghilangkan partikel-partikel yang lebih kecil daripada rongga antara butir pasir (misalnya koloid tanah liat, bahan berwarna, bakteri). Oleh karena itu proses penghilangan cukup kompleks (Bukle et al, 1985).

Menurut Kusnaedi (1995), kecepatan penyaringan dikelompokkan menjadi tiga yaitu : filtrasi lambat (0,2 –2



liter/mnt/ft² = 0,13 – 1,29 m³/jam/m²), filtrasi cepat (4-8 liter/mnt/ft² 292,58 – 5,17 m³/jam/m²) dan filtrasi sangat cepat (12 – 60 liter/mnt/ft² = 7,75 – 38,75 m³/jam/m²). Terdapat tiga pola penyaringan menurut Saeni (1986), yaitu: Dengan lewatnya waktu akan semakin banyak bahan yang tertangkap oleh lapisan pasir, pori-porinya tersumbat karena ruang antar butir penuh dan media penyaring akan menjadi jenuh sehingga tidak mampu mengalirkan air baku lagi oleh karena kehilangan tekanan hidrolik melalui pasir yang sangat besar (*Lindsay and Franzini, 1979*).

Untuk itu filter perlu dicuci untuk membuang bahan-bahan yang tertangkap tadi. Pencucian dapat dilakukan dengan cara: (1) penyemburan dengan udara, (2) pencucian permukaan media penyaring, dan (3) pencucian dengan aliran balik atau backwash (Agustina, 2004). Selama pencucian, tumpukan pasir akan mengembang kira-kira 50%, sehingga bahan-bahan yang tersaring dari air akan terlepas akibat gaya geser dari pencuci dan terbawa hanyut oleh air pencuci itu. Untuk saringan pasir lambat, pembersihan lapisan filter bagian atas secara berkala dengan maksud untuk mengembalikan kapasitas koagulasi dari proses mikrobiologis. Setelah pencucian ini, media penyaring pulih kembali dan dapat melakukan proses penyaringan kembali (*Lindsay and Franzini, 1979*), sehingga menurut Agustina (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi penyaringan adalah kekeruhan dari buangan, tinggi/tebal lapisan penyaring dan kemudahan pencucian kembali. Daya filtrasi (jumlah cairan/gas yang menerobos per satuan waktu) tergantung pada luas permukaan filter, tekanan yang diberikan pada sisi media filter, tahanan (diameter pori), tebal media filter dan viskositas cairan. Sistem aliran air dan sistem filtrasi terdiri dari beberapa macam.

Penentuan aliran ini memperhatikan sifat dari limbah padat yang akan difiltrasi (Kusnaedi, 1995). Sistem aliran tersebut dibagi menjadi empat sistem, yaitu aliran horizontal (*horizontal filtration*), aliran gravitasi (*gravitation filtration*), aliran bawah ke atas (*up flow filtration*) dan aliran ganda (*biflow filtration*). Proses yang umum dilakukan adalah secara vertikal dari atas ke



bawah, hal ini dengan pertimbangan kemudahan dalam proses pencucian media penyaring. Namun kelemahannya menurut Mujiharjo (1998) adalah adanya keharusan secara rutin membersihkan/mencuci atau bahkan mengganti media pasir karena adanya penumpukan partikel tersaring di atas media sehingga menyumbat pori-pori media dan mengganggu jalannya penyaringan (Hendri Trisno Sagala, 2014).

2.2.3 Bahan Pengolahan Air Antrasit (Adsorben)



Gambar 2.1 Antrasit

Antrasit adalah batu bara dengan kualitas tinggi yang memiliki unsur karbon tinggi dan aktif. Pada pengolahan air, ukuran dari berbagai padatan tersuspensi dalam air effluent memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran pori antrasit sehingga padatan tersuspensi menjadi tertahan di media antrasit (Karamah dkk, 2006).

Antrasit adalah jenis batubara yang usianya lebih tua dengan karakteristik carbon lebih tinggi dan volatile metter lebih rendah dibanding bituminous, lignite, brown coal, bewarna lebih mengkilap. Digunakan sebagai media filter untuk water treatment sebagai pengganti pasir silica atau digunakan bersama-sama dengan pasir silica. Kinerja antrasit sebagai multimedia filter:

1. Mengangkut kekeruhan pada rongga-rongga luar (*void external*)
2. Berbeda dengan karbon aktif yang mengabsorpsi kotoran pada rongga-rongga dalam (*void internal*), maka antrasit menahan kotoran-kotoran pada rongga-rongga luar antar partikel.



3. Mengangkat kotoran lebih besar dibanding pasir silica maka antrasit mempunyai rongga-rongga luar lebih besar sehingga bisa banyak mengangkat kotoran.
4. Menfilter dari atas sampai bawah
5. *Filter silica* bekerja hanya pada lapisan atas bed, sedangkan antrasit bisa menfilter dari atas sampai bawah lapisan bed.
6. Mudah untuk dibersihkan (*back wash*).
7. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap bahan kimia.
8. Bulb Density rendah

Permukaan karbon yang mampu menarik molekul organik misalnya merupakan salah satu contoh mekanisme jerapan, begitu juga yang terjadi pada antar muka air-udara, yaitu mekanisme yang terjadi pada suatu protein skimmer. Jerapan adalah suatu proses dimana suatu partikel “menempel” pada suatu permukaan akibat dari adanya “perbedaan” muatan lemah diantara kedua benda (gaya *Van der Waals*), sehingga akhirnya akan terbentuk suatu lapisan tipis partikel-partikel halus pada permukaan tersebut. Disamping antrasit sebagai adsorben juga tergolong sebagai zat pemberat (*Yuwono, 2014*).

Daya adsorpsi antrasit terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari antrasit. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut Untuk bilangan Iodin akan semakin bertambah, daya serap terhadap Iod semakin besar dengan kenaikan suhu, ini berarti bahwa kualitas arang aktif akan semakin baik dalam penyerapan warna. Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu antrasit sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben (*Jamilatun dkk 2014*).

Kereaktifan dari antrasit dapat dilihat dari kemampuannya mengadsorpsi substrat. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang



menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh antrasit sebagai adsorbennya. Terserapnya larutan iod ditunjukkan dengan adanya pengurangan konsentrasi larutan iod. Pengukuran konsentrasi iod sisa dapat dilakukan dengan menitrasi larutan iod dengan natrium triosulfat 0,1 N dan indikator yang digunakan yaitu amilum (Jamilatun dkk 2014).

2.3 Reverse Osmosis

Air merupakan zat yang sangat dibutuhkan disetiap sektor industri termasuk pemanfaatan untuk kebutuhan energi dan pemanasan. Kebutuhan energi dan pemanasan di industri umumnya dipenuhi dengan cara memanfaatkan steam yang dibangkitkan pada suatu ketel (boiler). Air yang digunakan sebagai umpan boiler dapat diperoleh dari berbagai sumber, yaitu danau, sungai, laut, maupun sumur. Persyaratan yang harus dipenuhi sebagai air umpan boiler sangat ketat, antara lain tidak korosif, tidak menyebabkan pembentukan kerak, dan tidak menyebabkan pembentukan buih (Maulana & Widodo, 2010).

Osmosis merupakan proses perpindahan air dari larutan yang konsentrasinya rendah menuju larutan yang konsentrasinya tinggi dikarenakan adanya tekanan osmosis. Proses perpindahan ini melalui membran semipermeabel, dimana proses perpindahan air akan berhenti setelah konsentrasi kedua larutan sama. RO membutuhkan tekanan hidrostatik lebih besar daripada perbedaan tekanan osmotiknya sehingga air bisa mengalir dari larutan yang konsentrasinya lebih tinggi melalui membran semipermeabel (Maulana & Widodo, 2010).

Sistem RO umumnya terdiri dari 4 proses, yaitu :

1. Pengolahan Awal (*pretreatment*)

Air umpan terlebih dahulu diolah agar sesuai dengan kondisi membran dengan menghilangkan padatan tersuspensi, menyesuaikan pH operasi dan menambahkan inhibitor untuk



control scaling yang disebabkan konstituen-konstituen seperti kalsium sulfat.

2. Pemberian Tekanan

Air umpan yang sudah diolah dinaikkan tekanannya dengan pompa sampai tekanan operasi yang diinginkan agar sesuai dengan membran dan kadar garam air umpan.

3. Separasi Membran

Membran semipermeabel menghambat jalannya air umpan yang melewatinya. Air hasil keluaran dari membran berupa air bersih yang disebut *permeate*, dan yang tertahan pada membran disebut *concentrate*. Namun, karena tidak ada membran yang dapat bekerja 100% sempurna, maka ada sebagian kecil garam yang masih dapat melewati membran.

4. Stabilisasi

Air hasil keluaran membran (air produk) biasanya disesuaikan pHnya terlebih dahulu sebelum ditransfer ke sistem distribusi.

Kelebihan dan kekurangan sistem RO, yaitu :

1. Kelebihan

- Proses RO tergolong mudah
- Biaya instalasi rendah
- Tanpa material non-metalik dalam konstruksi
- Energi yang digunakan untuk mengolah air payau antara 1-3 kWh tiap 1 m³ air produk
- Dapat menghasilkan rasio kapasitas produksi yang besar, antara 25.000 – 60.000 liter per hari per m³
- Teknologi RO dapat digunakan untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan organik maupun inorganik
- Tidak mempunyai dampak terhadap lingkungan

2. Kekurangan

- Membran sensitif atau tidak efisien bila digunakan berlebihan
 - Air umpan harus diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan partikulat-partikulat
-



- Operasi RO membutuhkan material dan alat dengan kualitas standar yang tinggi
- Ada kemungkinan terjadi pertumbuhan bakteri pada membran itu sendiri

Ion exchange merupakan suatu proses dimana ion-ion dari suatu larutan elektrolit diikat pada permukaan bahan padat. Sebagai pengganti ion-ion tersebut, ion-ion dari bahan padat diberikan ke dalam larutan. Pertukaran hanya dapat terjadi di antara ion-ion yang sejenis dan berlangsung dalam waktu yang singkat, yaitu pada saat terjadi kontak antara larutan dengan penukar ion.

2.3.1 Prinsip Osmosis Balik

Apabila dua buah larutan dengan konsentrasi encer dan konsentrasi pekat dipisahkan oleh membran semi permeabel, maka larutan dengan konsentrasi yang encer akan terdifusi melalui membran semi permeabel tersebut dan masuk ke dalam larutan yang pekat sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi. Phenomena tersebut dikenal sebagai proses osmosis. Sebagai contoh misalnya, jika air tawar dan air payau/ asin dipisahkan dengan membran semi permeabel, maka air tawar akan terdifusi ke dalam air asin melalui membran semi permeabel tersebut sampai terjadi kesetimbangan (*Widayat & Yudo, 2002*).

Apabila pada suatu sistem osmosis tersebut, diberikan tekanan yang lebih besar dari tekanan osmosisnya, maka aliran air tawar akan berbalik yakni dari air asin ke air tawar melalui membran semi permeabel, sedangkan garamnya tetap tertinggal di dalam larutan garamnya sehingga menjadi lebih pekat. Proses tersebut dikenal dengan proses osmosa balik.

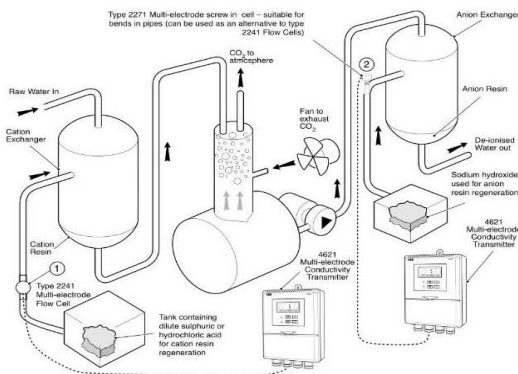
Prinsip dasar proses osmosa dan proses osmosa balik tersebut ditunjukkan seperti pada **Gambar 2.2** (*Widayat & Yudo, 2002*).



Gambar 2.2 Alat Reverse Osmosis

2.4 Demineralisasi

Demineralisasi adalah suatu proses kimia untuk menghilangkan mineral-mineral yang masih terdapat dalam air ketel. Dalam proses demineralisasi ini dilakukan pengambilan mineral-mineral yang masih ada dalam air ketel melalui pertukaran ion. Untuk ini digunakan dua macam resin yaitu resin kation dan resin anion.



Gambar 2.3 Kombinasi kolom resin anion, kation, serta sistem pembuangan CO₂

Resin kation mempunyai ion positif hidrogen H₂⁺ yang ditempelkan pada polimer yang bermuatan negatif. Ion-ion hidrogen positif ini dimaksudkan untuk menangkap kation dari kalsium, magnesium, dan natrium. Berbeda dari resin kation,



resin anion mempunyai ion negatif hidroksida OH^- yang ditempelkan pada polimer positif. Ion hidroksida negatif ini digunakan untuk menangkap ion-ion positif dari sulfat, klorida, dan karbonat. Kation dan anion yang sudah “kotor” dengan ion-ion negatif dan ion-ion positif ini bisa dibersihkan (diregenerasi) dengan melakukan asam pada resin kation dan basa pada resin anion. Kation yang “kotor” telah banyak menangkap banyak ion-ion negatif dan kalsium, magnesium, dan natrium sehingga terbentuk basa $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, dan $\text{Na}(\text{OH})_2^-$. “Kotoran” berupa basa ini dibersihkan dengan menggunakan larutan asam misalnya H_2SO_4 . Anion yang “kotor” mengandung banyak asam H_2SO_4 , HCl , dan H_2CO_3 . Untuk membersihkan “kotoran” ini bisa digunakan larutan basa NaOH (Matsudi, 2005).

Dalam paparan ringkas di bawah ini disampaikan empat tahap proses demineralisasi :

1. Tahap operasi

Umumnya air baku mengalir dari atas ke bawah (*downflow*) atau sebuah unit tipikal demineralisasi dengan dua dengan dua media (*two-bed demineralizer*).

2. Tahap cuci (*backwash*)

Kalau kemampuan resin berkurang banyak atau habis maka tahap pencucian perlu dilaksanakan. Air bersih dialirkan dari bawah ke atas (*upflow*) agar memecah sumbatan pada resin, melepaskan padatan halus yang terperangkap di dalamnya lalu melepaskan jebakan gas di dalam resin dan pelapisan ulang resin.

3. Tahap regenerasi

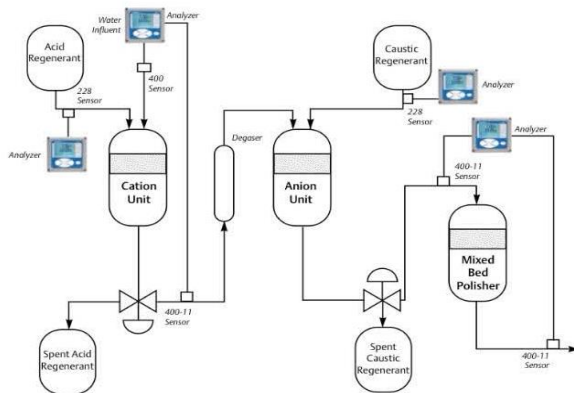
Tujuan tahap ini adalah mengganti ion yang terjerat resin dengan ion yang semula ada di dalam media resin dan mengembalikan kapasitas tukar resin ke tingkat awal atau ke tingkat yang diinginkan. Operasi regenerasi dilaksanakan dengan mengalirkan larutan regeneran dari atas resin. Ada empat tahap dalam regenerasi, yaitu *backwashing* untuk membersihkan media resin (tahap dua di atas), memasukkan regeneran, *slow rinse* untuk mendorong regeneran ke media



resin, *fast rinse* untuk menghilangkan sisa regeneran dari resin dan ion yang tak diinginkan ke saluran pembuangan (*disposal point*).

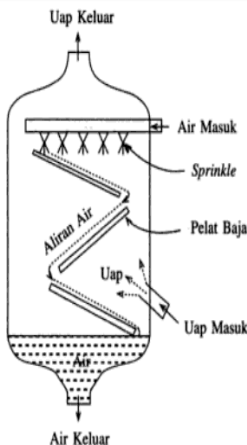
4. Tahap bilas (*fast rinse*)

Air berkecepatan tinggi membilas partikulat di dalam media resin, juga ion kalsium dan magnesium ke pembuangan dan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan regenerasi yang terperangkap di dalam resin. Pembilasan dilakukan dengan air bersih aliran ke bawah. Setelah tahap ini, proses kembali ke awal (tahap servis).



Gambar 2.4 Suatu rangkaian proses demineralisasi

Dari **Gambar 2.3** tampak bagaimana mineral-mineral yang ada dalam air ketel secara bertahap dibersihkan. Dekarbonator berfungsi mengeluarkan CO_2 yang larut dalam air ketel dengan cara meniupkan udara ke arah atas dalam aliran air yang mengalir ke bawah, sehingga gas CO_2 yang larut dalam air tertiuap keluar. Secara fisik proses ini berlangsung seperti **Gambar 2.4** berlangsung dalam tangki-tangki baja disertai dengan pompa-pompa penggerak air dan ditambahkan dengan saringan-saringan (Matsudi, 2005).



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Deaerator untuk Membuang Gas-Gas yang ada dalam Air Ketel

Air yang keluar dari instalasi demineralisasi masih mengandung gas-gas oksigen dan amoniak. Untuk mengeluarkan gas-gas ini, air ketel yang keluar dari instalasi demineralisasi dialirkan ke *deaerator*. Dalam *deaerator* air disemprotkan melalui *sprinkle* sehingga menjadi butir-butir kecil yang kemudian jatuh dan mengalir di atas plat baja, terus ke bawah dan akhirnya keluar (Matsudi, 2005).

2.5 Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan secara luas pada audit energi untuk mengukur perbedaan tekanan di dua titik yang berlawanan. Jenis manometer tertua adalah manometer kolom cairan. Versi manometer sederhana kolom cairan adalah bentuk pipa U (lihat Gambar 4-4) yang diisi cairan setengahnya (biasanya berisi minyak, air atau air raksa) dimana pengukuran dilakukan pada satu sisi pipa, sementara tekanan (yang mungkin terjadi karena atmosfer) diterapkan pada tabung yang lainnya. Perbedaan ketinggian cairan memperlihatkan tekanan yang diterapkan.



2.5.1 Manometer Zat Cair

Manometer zat cair biasanya merupakan pipa kaca berbentuk U yang berisi raksa. Manometer jenis ini dibedakan menjadi manometer raksa yang terbuka dan manometer raksa yang tertutup.

1. Manometer raksa ujung terbuka

Manometer raksa ujung terbuka digunakan untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup bila tekanannya sekitar 1 atmosfer. Pada pipa U berisi raksa, pada salah satu ujungnya dihubungkan dengan ruangan yang akan diukur tekanannya, sedangkan ujung yang lain berhubungan dengan udara luar (atmosfer). Sebelum digunakan, permukaan raksa pada kedua pipa U adalah sama tinggi. Setelah dihubungkan dengan ruang yang akan diukur tekanannya, maka permukaan raksa pada kedua pipa menjadi tidak sama tingginya.

Jika tekanan gas dalam ruangan tertutup lebih besar dari pada tekanan udara luar, maka akan mendorong raksa dalam pipa U. permukaan raksa pada pipa terbuka lebih tinggi daripada permukaan raksa pada pipa yang berhubungan dengan ruang tertutup. Misalkan selisih tinggi raksa adalah Δh , maka tekanan ruangan sebesar

$$P = \text{Bar} + \Delta h$$

Jika tekanan dalam gas dalam ruangan tertutup lebih rendah daripada tekanan udara luar, maka permukaan raksa pada pipa terbuka akan lebih rendah daripada permukaan raksa pada pipa yang berhubungan dengan ruang tertutup. Misalkan selisih tinggi raksa adalah Δh , maka tekanan gas dalam ruangan sebesar

$$P = \text{Bar} - \Delta h$$

Keterangan:

Bar : tekanan udara luar , Δh : tekanan gas dalam ruang tertutup

2. Manometer raksa ujung tertutup

Manometer ini pada prinsipnya sama dengan manometer ujung terbuka, tetapi digunakan untuk mengukur tekanan ruangan lebih dari 1 atmosfer. Sebelum digunakan, tinggi permukaan



raksa sama dengan tekanan di dalam pipa tertutup 1 atmosfer. Jika selisih tinggi permukaan raksa pada kedua pipa adalah Δh cm, maka tekanan ruang tersebut sebesar: $P_2 = (P_1 + \Delta h)$ cmHg

Keterangan :

P_1 : tekanan udara mula-mula dalam pipa

Δh : selisih tinggi permukaan raksa kedua pipa

P_2 ; besarnya tekanan udara yang diukur

2.6 Kualitas Air

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi atau komponen lain di dalam air. Dalam pengukuran kualitas air ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya adalah parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologis.

- Parameter fisik air terbagi atas beberapa bagian yaitu suhu, kecerahan, bau, dan warna.
- Parameter kimia air yaitu oksigen terlarut, pH, dan salinitas.
- Parameter biologis air yaitu mikroorganisme, seperti E-Coli.

2.6.1 Parameter Fisik

a. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa-rawa seringkali berwarna sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat baik untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut.

Bahan-bahan yang menimbulkan warna tersebut dihasilkan dari kontak antara air dengan reruntuhan organis yang mengalami dekomposisi.

b. Rasa

Biasanya rasa dan bau terjadi bersama-sama, yaitu akibat adanya dekomposisi bahan organik dalam air. Seperti pada bau, air yang memiliki rasa juga dapat mengganggu estetika.

c. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan



warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil lain yang tersuspensi.

2.6.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasamaan (pH)



Gambar 2.6 pH meter

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

pH merupakan faktor penting yang harus dikontrol sesuai batas kontrol yang ditentukan agar program treatment dapat bekerja dengan baik. Jika pH turun maka air akan bersifat asam dan akan menimbulkan terjadinya korosi, sebaliknya jika pH naik maka air akan bersifat basa dan potensi kerak semakin besar. pH suatu larutan menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/p) pada suhu tertentu. Metode pengukuran PH dapat dilakukan dengan menggunakan PH meter. Metode ini berfungsi untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaaan tanah yang



tersuspensi dalam air. PH air yang bersifat asam yaitu keci Idari 7 (>7) yakni pada daerah vulkanik. pH air yang bersifat basa adalah besar dari Bila pH dalam air umpam berlebihan, maka harus ditekan sampai mencapai harga yang diinginkan, dengan menambakan bahan kimia yang bersifat asam, contohnya H_2SO_4 . Namun perlu kehati-hatian agar tidak terjadi pengendapan CaSO_4 .Sebaliknya bila pH terlalu asam maka bahan kimia yang dipakai misalnya polyphosphonate sehingga suasana air pendingin bias lebih efektif karena pH dapat dinaikkan (*Subyakto, 1997*).

b. *Total Disolved Solids*

Tingginya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l. TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H_2O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan *Parts per Million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air(*Anonim, 2008*).

c. *Turbidity*



Gambar 2.7 *Turbidity meter*

Turbidity atau kekeruhan adalah adanya partikel koloid dan supensi dari suatu bahan pencemar antara lain beberapa bahan organik dan bahan anorgnik dari buangan industri, rumah tangga,



budidaya perikanan dan sebagainya yang terkandung dalam perairan (Putra, 2008). NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) merupakan satuan kekeruhan yang diukur dengan metode *Nephelometric*. Pengukuran kekeruhan pada sampel air dengan metode *Nephelometric* menggunakan alat turbidimeter. Prinsip kerja : menghitung jumlah cahaya yang diteruskan (dan mengkalkulasi jumlah cahaya yang diabsorpsi) oleh partikel dalam suspensi untuk menentukan konsentrasi substansi yang ingin dicari. Karena menggunakan jumlah cahaya yang diabsorpsi untuk pengukuran konsentrasi, maka jumlah cahaya yang diabsorpsi akan bergantung pada :

1. Jumlah partikel
2. Ukuran partikel

Prinsip umum dari alat turbidimeter adalah sinar yang datang mengenai suatu partikel ada yang diteruskan dan ada yang dipantulkan, maka sinar yang diteruskan digunakan sebagai dasar pengukuran (Day and Underwood, 2002).

Tingginya nilai kekeruhan berhubungan dengan padatan terlarut dan tersuspensi. Semakin tinggi nilai padatan terlarut dan tersuspensi, maka nilai kekeruhan juga semakin tinggi. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan (Hardiyanti, 2012). Tingginya nilai *turbidity* dapat dikurangi dengan penambahan flokulan dan koagulan dalam proses jartest atau menggunakan proses sand filter apabila dalam skala industri tinggi nilai *turbidity* dapat dikurangi dengan alat *clarifier*.

d. Kesadahan (*total hardness*)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Total *hardness* yang tinggi menyebabkan perluasan dan memecah atau meletusnya pipa-pipa penguapan serta *carry over* (Subyacto, 1997).

Jika kandungan total *hardness* melebihi batas, maka dapat dipakai fosfonat dan beberapa polimer dengan dosis antara 3-5 ppm. Bahan-bahan ini sangat efektif digunakan pada suhu tinggi.



Bahkan bias disebut sebagai inhibitor paling baik (Subyakto, 1997).

Pada air pendingin peningkatan kesadahan pada air dihindari karena dapat menghasilkan endapan lumpur maupun kerak pada *cooling tower*. Maka karena alasan inilah air pendingin harus diolah sebaik mungkin sehingga persentase kemunculan kesadahan pada air pendingin mendekati nol.

Total Hardness dalam air dapat ditentukan dengan dua metode, yakni metode titrasi penyabunan dan metode titrasi EDTA.

$$\text{Hardness} = 1,0009 \times \frac{A}{B} \times 1000 \times f$$

Dimana :

A = volume titran EDTA yang digunakan (ml)

B = volume sampel sebelum diencerkan (ml)

F = faktor perbedaan antara kadar larutan EDTA

0,01 M menurut standarisasi dengan CaCO_3 ($f \leq 1$)

1,009 = Ekuivalensi antara 1 ml EDTA 0,01 M dan 1 mg kesadahan sebagai CaCO_3

(G. Alaerts, 1984)

e. Salinitas



Gambar 2.8 Salinitas meter

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas air payau menggambarkan kandungan garam dalam suatu air payau. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur



(NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu: natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-). Salinitas dinyatakan dalam satuan gram/kg atau promil (‰) (Yusuf E, 2009). Air dikategorikan sebagai air payau bila konsentrasi garamnya 0,05 sampai 3‰ atau menjadi saline bila konsentrasinya 3 sampai 5‰. Lebih dari 5‰ disebut brine (Apriani, 2010).

Prinsip kerja *salinity* meter didasarkan pada konduktivitas listrik pada air. Dalam pengukurannya, *salinity* meter menggunakan sifat dari air, yaitu air sebagai konduktor listrik yang baik. Misalnya dalam pengukuran salinitas air laut, diketahui bahwa air laut berisi banyak kotoran seperti natrium klorida, magnesium klorida, kalsium klorida dan sebagainya. Ion-ion klor membantu dalam konduksi dan karenanya kotoran ini meningkatkan konduktivitas air. *Salinity* meter menggunakan satu set elektroda untuk mengukur konduktivitas sinyal yang diumpankan ke meter yang dikalibrasi untuk memberikan bacaan kepada pengguna. Ada juga kompensasi sistem suhu yang diperlukan untuk menyesuaikan kondisi *salinity* meter dengan air yang diukur. Hal ini diperlukan karena konduktivitas air tidak hanya bervariasi dengan kotoran tetapi variasi terhadap suhu juga. Kenaikan terjadi sekitar 2,2‰ untuk setiap kenaikan derajat tunggal suhu. Dapat dilihat juga alarm audio visual yang aktif setelah nilai preset salinitas tercapai. Hal ini berguna dalam kasus generator air tawar di mana output akan dialihkan untuk dialirkan jika salinitas meningkat melampaui batas tertentu sehingga menjaga air yang tersimpan dari keadaan tidak murni.

BAB 3

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

3.1 Bahan yang digunakan

1. Air Payau
2. Antrasit
3. *Aquadest*
4. Garam Krosok
5. Hg 7 ml
6. Larutan EDTA 0,01 M
7. Larutan HCL pekat
8. Larutan NaOH 1 M
9. Resin Anion
10. Resin Kation

3.2 Peralatan yang digunakan

1. Akrilik 3mm
2. Baut dan Mur ½
3. *Beaker glass (pyrex iwaki) 2000 ml*
4. Buret (Schellbach) 50ml
5. *Erlenmeyer (pyrex iwaki) 2000 ml*
6. *Elbow 1/2"*
7. Gunting
8. *Hacksaw*
9. Kaca arloji D=7 cm
10. Kertas saring
11. Statif dan Klem
12. Sokdrat ¾"
13. Labu ukur (*pyrex iwaki*) 500 ml dan 1000 ml
14. Lem ISARPLAS dan Lem G
15. Manometer pipa U
16. Meteran



17. pH Meter
18. Pompa RECENT
19. Pipa dan fitting PVC ½"
20. Pipet tetes
21. Rangka besi tebal
22. Reverse Osmosis
23. Salinitas meter
24. Selang air
25. Serangkaian Alat Demin
26. Statif
27. Tangki air 60 L
28. Tee ½"
29. Timbangan gram digital
30. Valve ½"

3.3 Variabel yang di gunakan

- A. Air payau = - 6 ppt
 - 12 ppt
 - 28 ppt
- B. Media Filter Antrasit (Antrasit) = - (6-12) mesh

3.4 Prosedur Pembuatan

3.4.1 Tahap persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

3.4.1.1 Persiapan Sampel

1. Air payau sebanyak 60 L (3 galon)

3.4.1.2 Perancangan Prototipe

1. Merancang desain alat dengan menggunakan *software* CorelDraw X7 dan SkethUp

3.4.1.3 Analisa Kandungan Sampel

1. Menganalisa kandungan air payau pada parameter



salinitas, TDS, *Total Hardness*, pH, *Turbidity*.

3.4.1.1 Perangkat Utama

Perangkat utama dalam sistem pengolahan pendahuluan didesain sesuai dengan kualitas air baku adalah Media Filter Antrasit. Sedangkan perangkat utama pengolahan lanjutan adalah membran *Reverse Osmosis*.

3.4.1.2 Perangkat Penunjang

Perangkat penunjang dalam sistem pengolahan pendahuluan ini dipasang untuk mendukung operasi unit *pretreatment* yang terdiri dari 4 bagian, yaitu Pompa, pompa Dosing, Bak penampung (sampel Air Payau, *output* pada Media Filter Antrasit dan *output* dari *Reverse Osmosis*) dan perpipaan serta kelengkapannya.

3.4.1.3 Perangkat Pelengkap Penunjang

Perangkat penunjang dalam sistem pengolahan pendahuluan ini dibutuhkan untuk tahap pembuatan serangkaian alat filtrasi, yaitu seperti Selang air, Tang, Bor listrik, Gunting, *Hacksaw*, Lem, Meteran, Palu Dll.

3.4.2 Tahap Proses Pemurnian Sampel

3.4.2.1 Pengolahan Sampel

1. Menganalisa Salinitas, TDS, *Total Hardness*, *Turbidity* dan pH sebelum di proses
 2. Mengalirkan sampel air payau dengan variabel ppm ke dalam prototype (MFA)
 3. Menampung hasil proses Media Filter Antrasit pada bak penampung
 4. Menganalisa Salinitas, TDS, *Total Hardness*, *Turbidity* dan pH sebelum ke RO
 5. Hasil proses Media Filter Antrasit di alirkan pada Reverse Osmosis
-



6. Menampung hasil Reverse Osmosis proses pada bak penampung
7. Menganalisa Salinitas, TDS, *Total Hardness*, *Turbidity* dan pH sehingga sudah sesuai dengan ketentuan bahan baku air bersih

3.4.3 Tahap Analisa

3.4.3.1 Analisa *Total Hardness*

1. Mengambil Sampel yang ingin di analisa
2. Membuat pH sampel menjadi ± 3 dengan menambahkan HCl pekat
3. Menambhkan NaOH 1 N pada sampel hingga pH sampel menjadi 10 – 13
4. Menambahkan indikator EBT hingga warna sampel menjadi ungu
5. Menitrasi dengan EDTA 0,01 M sampai menjadi perubahan warna menjadi ungu menjadi biru

3.4.3.1.1 Pengukuran Kadar *Total Hardness*

1. Memasukkan volume titran rata-rata ke dalam rumus sebagai berikut:

$$\text{mg/L CaCO}_3 = \frac{V \text{ EDTA} \times M \text{ EDTA} \times 1000 \times \text{BM CaCO}_3}{V \text{ sampel}}$$

Keterangan:

- V EDTA : volume EDTA yang digunakan (ml)
 M EDTA : molaritas EDTA (M)
 BM CaCO₃ : berat molekul CaCO₃ (100,09)
 V sampel : volume sampel yang digunakan (ml)

3.4.3.2 Pembuatan Larutan EDTA 0,01 M

1. Menimbang 1,9 gram EDTA
2. Memasukkan ke dalam labu ukur 500 mL



3. Melarutkan dengan aquadest hingga tanda batas pada labu ukur

3.4.3.3 Analisa Salinitas

1. Menyiapkan sampel yang akan dianalisa
2. Mencelupkan elektroda Salinitas meter ke dalam erlenmeyer kemudian mencatat hasil nilai yang tertera pada display Salinitas meter

3.4.3.4 Analisa pH

1. Menyiapkan sampel yang akan dianalisa
2. Kalibrasi elektroda pH meter dengan menggunakan aquadest hingga tertera display menjadi angka 7.
3. Mencelupkan elektroda pH meter ke dalam erlenmeyer kemudian mencatat hasil nilai yang tertera pada display pH meter.

3.4.3.5 Analisa Turbidity

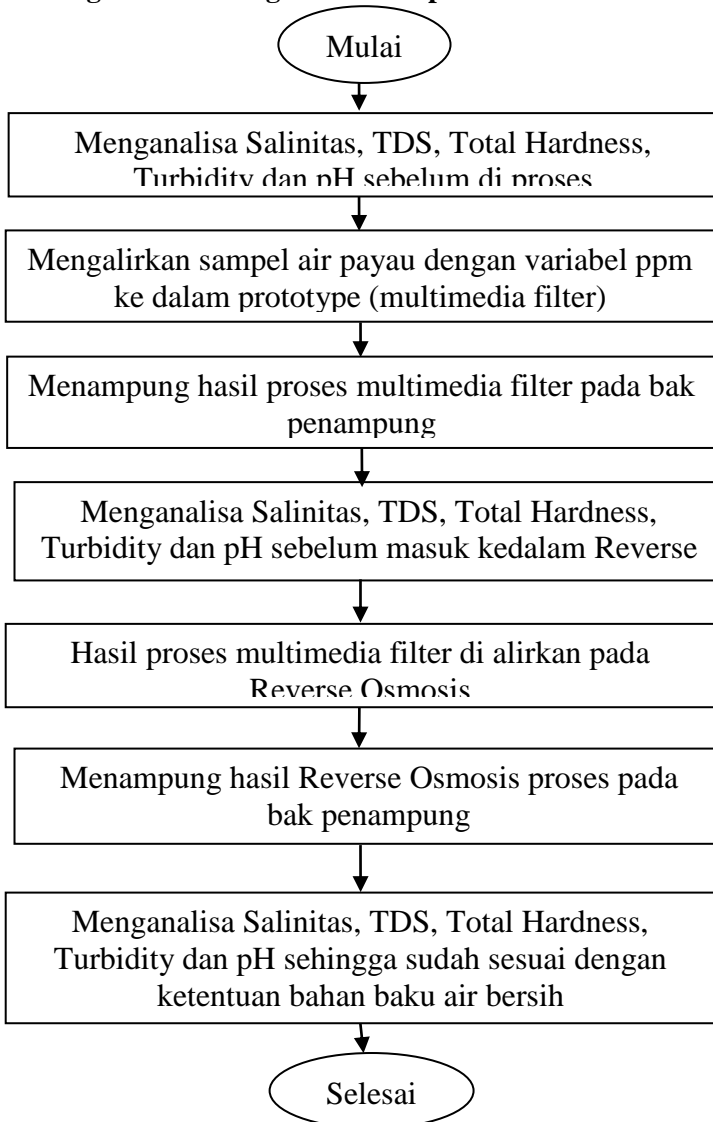
1. Mengambil sampel yang ingin di analisa
2. Memasukkan sampel ke dalam botol, lalu memasukkan ke dalam Turbiditimeter
3. Menekan tombol *read* dan mencatat hasil yang terdapat pada *display* Turbiditimeter

3.4.3.6 Analisa TDS

1. Mengambil sampel yang ingin di analisa
2. Memasukkan sampel ke dalam botol, lalu memasukkan ke dalam alat TDS meter
3. Menekan tombol *read* dan mencatat hasil yang terdapat pada *display* TDS meter

3.4.4 Tempat pelaksanaan

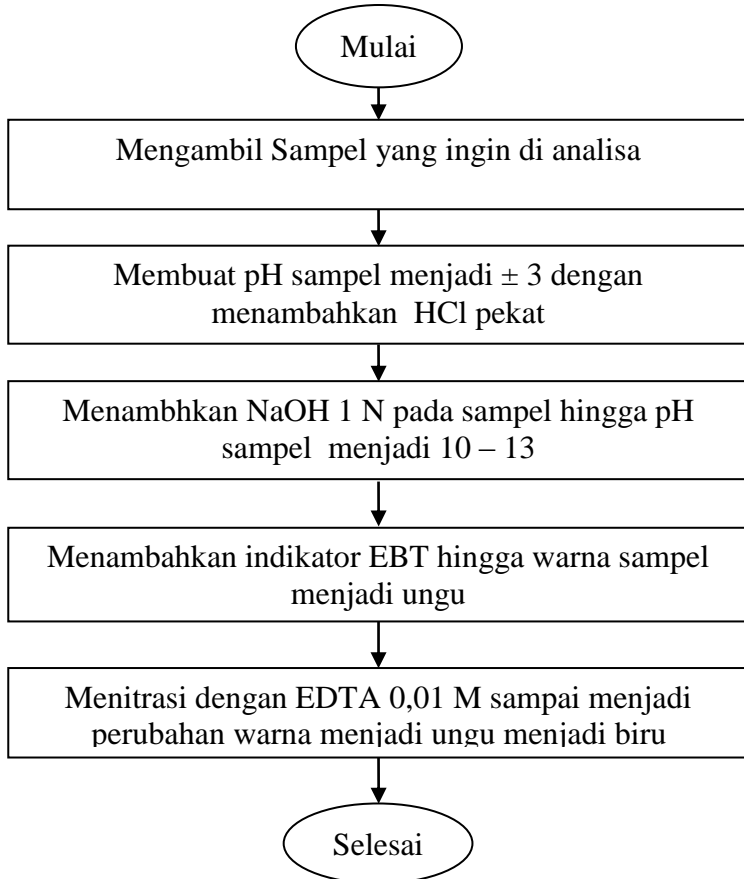
Laboratorium Lt. 1 (Utilitas II- Operasi Teknik Kimia) Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi –ITS

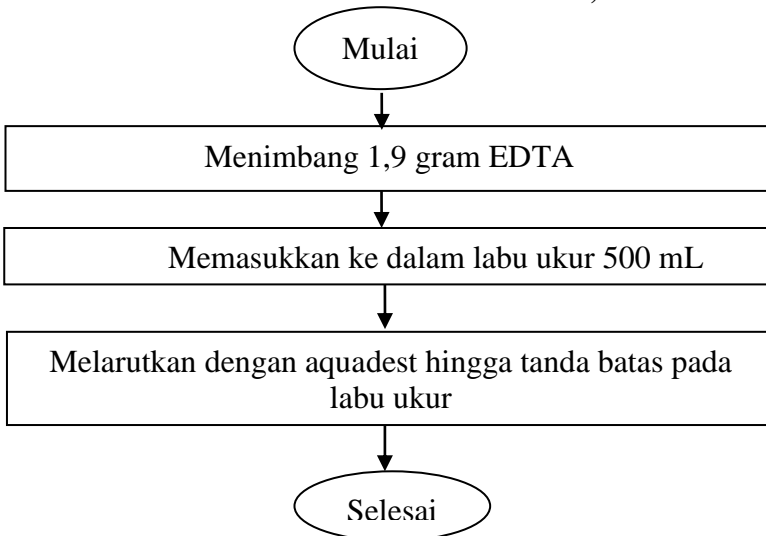
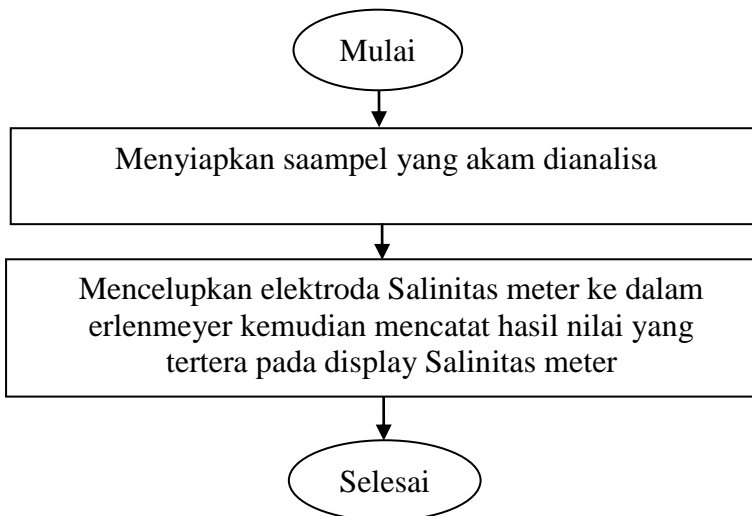
**3.4.5 Diagram Alir Percobaan****3.4.5.1 Diagram Alir Pengolahan Sampel**

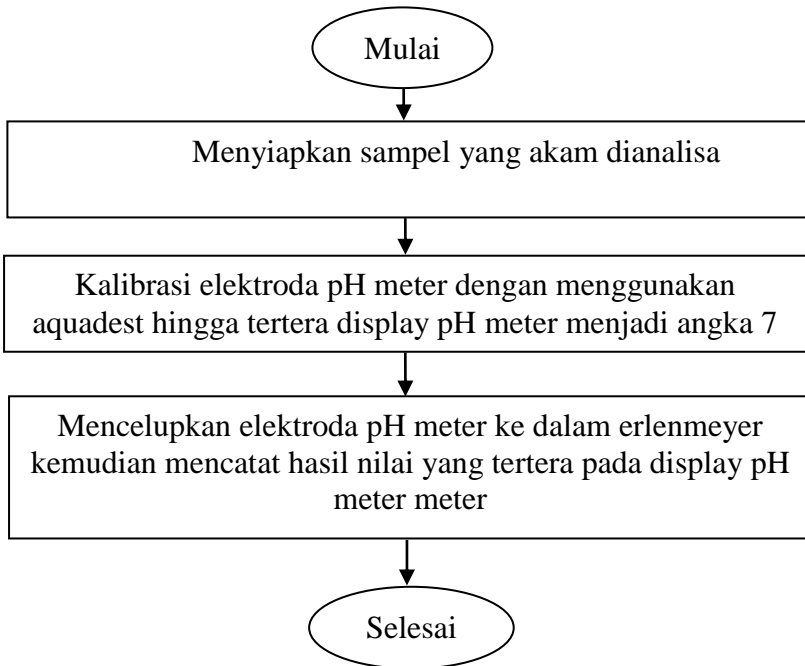


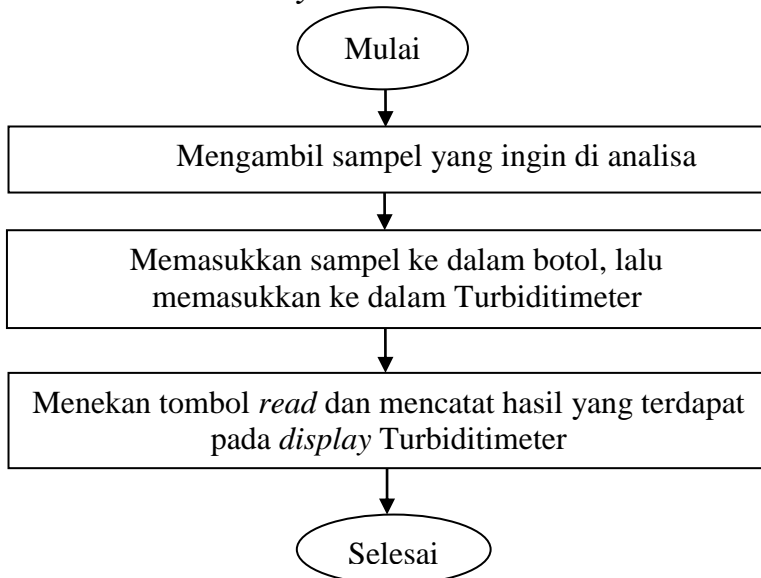
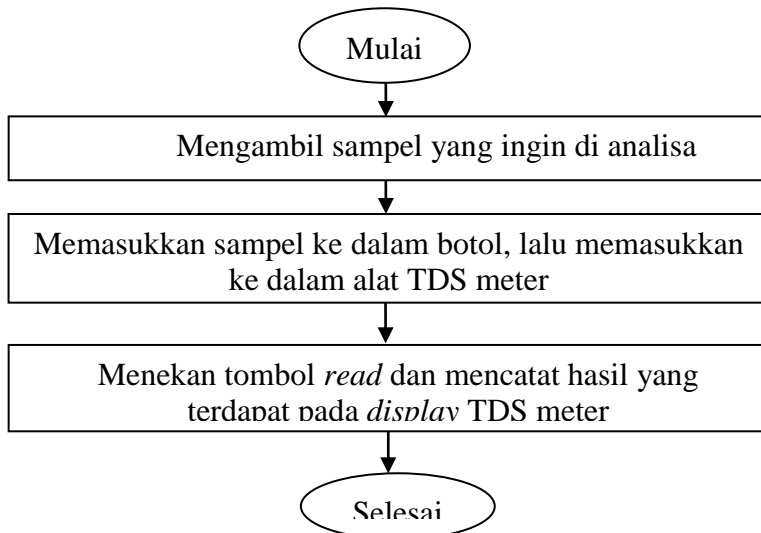
3.4.5.2 Diagram Alir Tahap Analisa Sampel

3.4.5.2.1 Analisa *Total Hardness*



**3.4.5.2.2 Analisa Pembuatan Larutan EDTA 0,01 M****3.4.5.2.3 Analisa Salinitas**

**3.4.5.2.4 Analisa pH**

**3.4.5.2.5 Analisa Turbidity****3.4.5.2.6 Analisa TDS**

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Percobaan

Berikut adalah data analisa pada kandungan air payau setelah melalui *Pre-treatment* dan *Reverse Osmosis* dengan parameter sebagai berikut :

Tabel 4.1 Analisa dengan *Pre-treatment* dengan MFA (Media Filter Antrasit)

VARIABEL		V (L)	PARAMETER				
			Salinitas (ppt)	TDS (mg/L)	pH	<i>Turbidity</i> (NTU)	<i>Total Hardness</i> (w/v)
6 ppt	Feed	19	6	5,66	4,55	0,91	200,18
	Antrasit	19	6	5,66	4,30	0,88	200,18
	<i>Reject</i>	15,6	7,2	6,26	4,60	1,38	300,27
	Permeat	3,4	0,59	0,60	5,15	0,50	100,09
12 ppt	Feed	19	12	11,5	8,00	2,48	300,27
	Antrasit	19	12	11,5	8,00	2,40	300,27
	<i>Reject</i>	18,6	12,6	16,19	7,95	3,14	350,315
	Permeat	0,45	3,03	4,69	7	0,74	100,09
18 ppt	Feed	19	18	15,5	7,52	2,62	300,27
	Antrasit	19	17,9	15,2	7,53	2,46	300,27
	<i>Reject</i>	18,4	18,3	21,45	7,98	3,97	350,315
	Permeat	0,2	5,80	6,25	8,25	1,51	100,09



Tabel 4.2 Analisa dengan *Pre-treatment* dengan MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi (Softener)

VARIABEL		V (L)	PARAMETER				
			Salinitas (ppt)	TDS (mg/L)	pH	Turbidity (NTU)	Total Hardness (w/v)
6 ppt	Feed	19	6	5,66	7,55	3,15	500,45
	Antrasit	19	6	5,66	7,54	2,62	500,45
	Kation	19	6	5,62	3,26	1,59	350,315
	Anion	19	4,03	4,71	6,76	1,15	400,36
	<i>Reject</i>	18,2	5,58	5,16	8,12	2,51	500,45
	Permeat	0,85	0,45	0,45	5,79	0,26	100,09
12 ppt	Feed	19	12	11,5	8,00	2,48	600,54
	Antrasit	19	12	11,1	7,79	1,70	600,54
	Kation	19	11,87	11,1	4,66	2,07	450,405
	Anion	19	7,72	8,72	7,63	2,05	500,45
	<i>Reject</i>	18,6	11,48	11,39	8,58	2,32	500,45
	Permeat	0,3	2,80	2,67	6,96	0,32	100,09
18 ppt	Feed	19	18	15,5	8,15	2,62	650,585
	Antrasit	19	18	15,3	7,56	2,38	650,585
	Kation	19	17,7	15,1	4,19	3,27	400,36
	Demin	19	9,2	13	7,10	2,78	500,45
	<i>Reject</i>	18,6	17,77	16,78	8,76	0,81	500,45
	Permeat	0,3	4,05	3,78	7,15	0,29	200,18

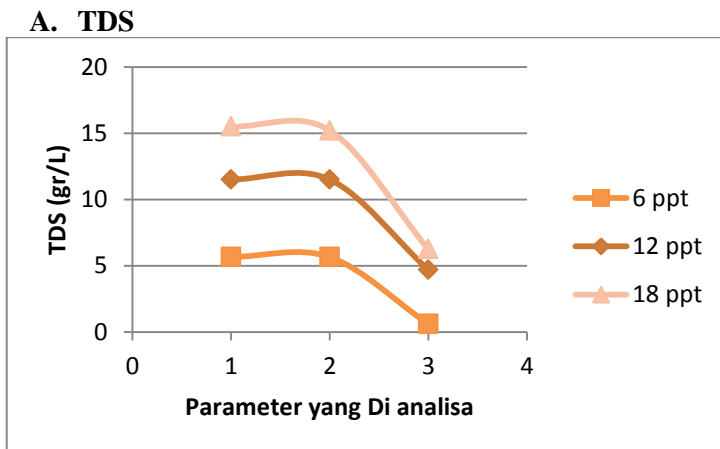


4.2 Pembahasan Pendahuluan

Proses pengolahan air payau ini dilakukan dengan menggunakan *Reverse Osmosis* untuk menghasilkan air Bersih. Pada penelitian ini dilakukan tiga tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap percobaan dan tahap analisa. Dengan *Pre-treatment* menggunakan MFA (Media Filter Antrasit) saja dan MFA (Media Filter Antrasit) -Demineralisasi (Softener). Setelah melalui tahap Pre-Treatment, dilanjutkan pada proses Reverse Osmosis. Analisa parameter air yang d4ariasikan adalah salinitasnya yaitu sebesar 6 ppt, 12 ppt dan 18 ppt (6000 ppm, 12000 ppm, 18000 ppm). Berikut adalah pembahasan hasil analisa pada penelitian ini :

4.2.1 Metode *Reverse Osmosis* dengan MFA (Media Filter Antrasit)

Proses ini bertujuan untuk mengetahui metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA dapat menurunkan salinitas pada Air Payau. Didapatkan parameter yang dianalisa yaitu feed, hasil dari MFA, dan permeat. Berikut adalah Grafik analisa yang diujikan pada parameter yang dianalisa :



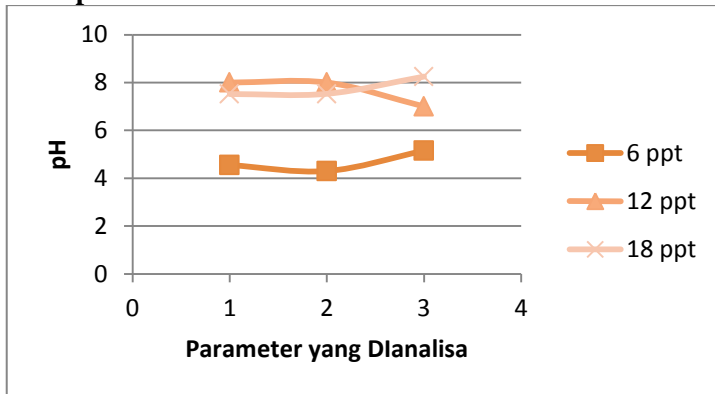


Grafik 4.1 Parameter TDS Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)

Pada **Grafik 4.1** Parameter pertama yang digunakan pada variabel salinitas adalah TDS. Pada percobaan dengan metode *Reverse Osmosis* ini yang di analisa yaitu Feed, Hasil dari *Pre-Treatment*, dan Permeat. Dengan hasil TDS yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 5,66; 5,66; 0,60 (gr/L). Pada 12000 ppm yaitu 11,5; 11,5; 4,69 (gr/L). Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 15,5; 15,2; 6,25 (mg/L).

Analisa TDS pada variable 6000 dan 12000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit tidak mengalami penurunan. Namun pada variable 18000 ppm mengalami penurunan yang tidak terlalu besar. Pada percobaan ini setelah proses pada variabel 6000; 12000 dan 18000 memenuhi baku mutu air bersih yakni peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 yaitu dengan nilai TDS dibawah 1500mg/L

Hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa *Pre-treatment* antrasit dari zat-zat yang tidak terlarut bisa terserap secara optimal melalui rongga-rongga kosong sehingga kadar zat yang tidak terlarut bisa terserap secara adsorpsi melalui permukaan antrasit yang memiliki rongga-rongga kosong sehingga kadar zat yang tidak terlarut bisa berkurang kadarnya. Sebagian karbon yang telah teraktasi maka antrasit dapat menyerap zat-zat yang tidak terlarut pada pori-porinya sedangkan pada Permeat semua variable menunjukkan penurunan yang signifikan, karena dalam *Reverse Osmosis* menggunakan tekanan sehingga outlet pertama air (Permeat) yang dihasilkan akan berkurang salinitasnya, sedangkan outlet yang lainnya (*Reject*) salinitasnya lebih tinggi (Zendikiawan, 2015)

**B. pH**

Grafik 4.2 Parameter pH Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)

Pada **Grafik 4.2** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah pH. Pada percobaan dengan metode *Reverse Osmosis* ini yang dianalisa yaitu Feed, Hasil dari Pre-Treatment, dan Permeat. Dengan hasil pH yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 4,55; 4,30; 5,15. Pada 12000 ppm yaitu 8; 8; 7. Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 15,5; 15,2; 6,25.

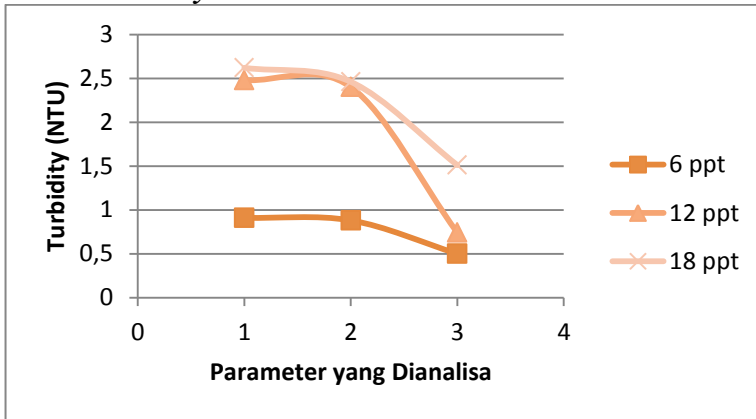
Analisa pH pada variable 6000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit mengalami kenaikan, namun pada variabel 12000 mengalami penurunan Pada percobaan ini, pH sampel 6000 ppm dan 12000 ppm yang masih sesuai dengan standar baku mutu air bersih yakni Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 yaitu dengan nilai pH antara 6-9.

Hal ini masih sesuai dengan *literatur* yang bahwa pH yang melewati Reserve Osmosis memang mengalami penurunan karena ion-ion garam telah di filter oleh Reverse Osmosis, karena flok-flok dan mineral yang terkandung didalam air yang



mempengaruhi keasaman yang diadsorbsi oleh antrasit (Zendikiawan, 2015)

C. Turbidity



Grafik 4.3 Parameter *Turbidity* Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)

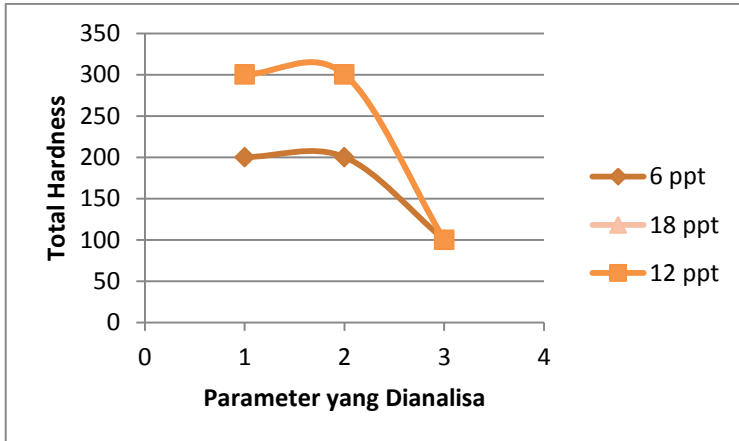
Pada **Grafik 4.3** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah *Turbidity*. Pada percobaan dengan metode *Reverse Osmosis* ini yang di analisa yaitu Feed, Hasil dari *Pre-Treatment*, dan *Permeat*. Dengan hasil *Turbidity* yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 0,91; 0,88; 0,50 (NTU). Pada 12000 ppm yaitu 2,48; 2,40; 0,74 (NTU). Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 2,62; 2,46; 1,51 (NTU).

Analisa *Turbidity* pada variabel 6000, 12000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan *literatur* yang mengatakan bahwa air yang keluar dari *Reverse Osmosis* mengalami penurunan karena partikel-partikel pengotor pada air payau telah di filter melalui membran pada *Reverse Osmosis* terlebih lagi telah dilakukan *Pre-treatment* dengan menggunakan Antrasit dimana kemampuan Antrasit sebagai *activated carbon* untuk menyerap karena permukaannya terbebas dari deposit senyawa hidrokarbon.



Rongga atau pori Antrasit ini permukaan semakin luas dan daya Adsorbsinya semakin kuat (Zendikiawan, 2015).

D. Total Hardness



Grafik 4.4 Parameter *Total Hardness* Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)

Pada **Grafik 4.4** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah *Total Hardness*. Pada percobaan dengan metode *Reverse Osmosis* ini yang perlu di analisa yaitu Feed, Hasil dari *Pre-Treatment*, dan *Permeat*. Dengan hasil *Total Hardness*. yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 200,18; 200,18; 100,09. Pada 12000 ppm yaitu 300,27; 300,27; 100,9. Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 300,27; 300,27; 100,09.

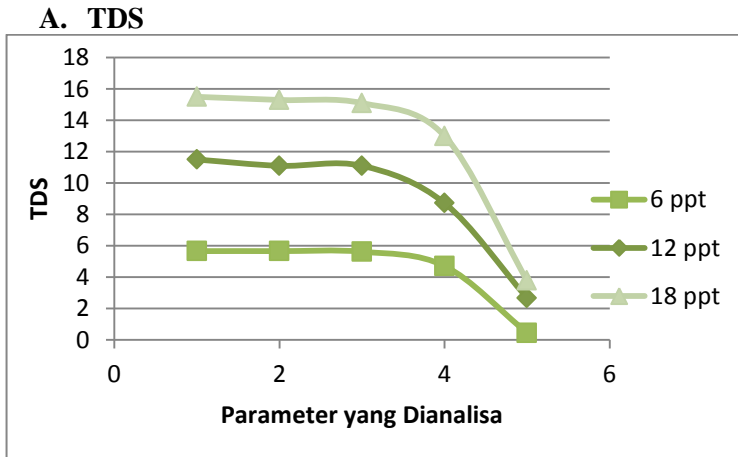
Analisa *Total Hardness* pada variable 6000, 12000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit tidak mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan *literatur* yang menunjukkan bahwa Antrasit tidak menurunkan TH ataupun penurunan TH-nya sedikit. Pada *Permeat* dengan variable 6000, 12000 dan 18000 ppm menunjukkan penurunan, hal ini sesuai dengan *literatur* yang menunjukkan bahwa TH pada hasil RO menurun karena system sudah dipekatkan pada *Reject* sehingga *permeat*



konsentrasinya tidak terlalu tinggi (G. Alaerts, 1984).

4.2.1 Metode *Reverse Osmosis* dengan MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi

Proses pengolahan air payau ini bertujuan untuk mengetahui metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA- Demineralisasi yang dapat menurunkan salinitas pada Air Payau. Didapatkan parameter yang dianalisa yaitu feed, hasil dari MFA, Kation , anion dan permeat. Berikut adalah grafik dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi analisa yang diujikan pada parameter yang dianalisa :



Grafik 4.5 Parameter TDS Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* Dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi

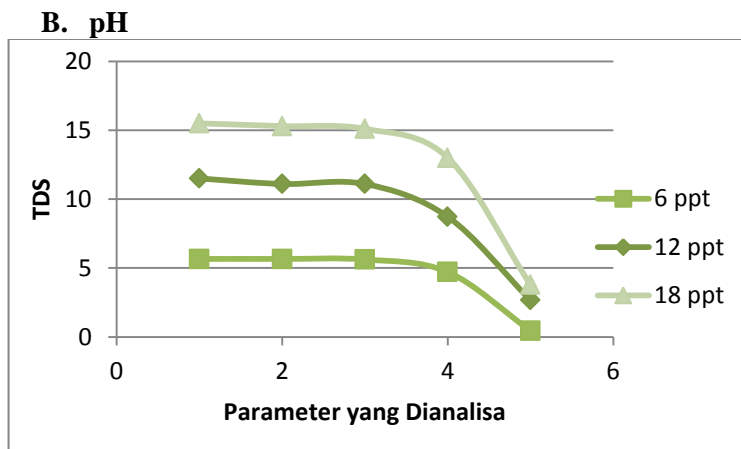
Pada **Grafik 4.5** Parameter pertama yang digunakan pada variabel salinitas adalah TDS. Pada percobaan metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi ini yang perlu di analisa yaitu Feed, Hasil dari MFA (Media Filter Antrasit) , Kation, Anion (Demineralisasi), dan Permeat. Dengan hasil TDS yang didapatkan pada variabel



6000 ppm yaitu 5,66; 5,66; 5,62; 4,71; 0,45 (gr/L). Pada 12000 ppm yaitu 11,5; 11,1; 11,1; 8,72; 2,67(gr/L). Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 15,5 ; 15,3; 15,1; 13; 3,78 (mg/L).

Analisa TDS pada variable 6000 dan 12000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit tidak mengalami penurunan. Namun pada variable 18000 ppm mengalami penurunan yang tidak terlalu besar. Pada percobaan ini setelah proses pada variabel 6000; 12000 dan 18000 memenuhi baku mutu air bersih yakni peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 yaitu dengan nilai TDS dibawah 1500mg/L

Hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa *Pre-treatment* antrasit dari zat-zat yang tidak terlarut bisa terserap secara optimal melalui rongga-rongga kosong sehingga kadar zat yang tidak terlarut bisa terserap secara adsorpsi melalui permukaan antrasit yang memiliki rongga-rongga kosong sehingga kadar zat yang tidak terlarut bisa berkurang kadarnya. Sebagian karbon yang telah terakt4asi maka antrasit dapat menyerap zat-zat yang tidak terlarut pada pori-porinya sedangkan pada Permeat semua variable menunjukkan penurunan yang signifikan, karena dalam *Reverse Osmosis* menggunakan tekanan sehingga outlet pertama air (Permeat) yang dihasilkan akan berkurang salinitasnya, sedangkan outlet yang lainnya (*Reject*) salinitasnya lebih tinggi (*Zendikiawan, 2015*). Resin penukar ion pada proses pembuatan air bebas mineral berfungsi untuk mengambil pengotor air dengan cara pertukaran ion yang bermuatan sama. Kation yang ada dalam air akan dipertukarkan/diambil dengan kation resin sedangkan anion dalam air akan dipertukarkan dengan anion resin (*erlin susetyo, 2007*)



Grafik 4.6 Parameter pH Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* Dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi

Pada **Grafik 4.6** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah pH. Pada percobaan metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi ini yang perlu di analisa yaitu Feed, Hasil dari MFA (Media Filter Antrasit) , Kation, Anion (Demineralisasi), dan Permeat. Dengan hasil pH yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 7,55; 7,54; 3,26; 6,76; 5,79. Pada 12000 ppm yaitu 8; 7,79; 4,66; 7,63; 6,96. Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 8,15; 7,56; 4,19; 7,10; 7,15.

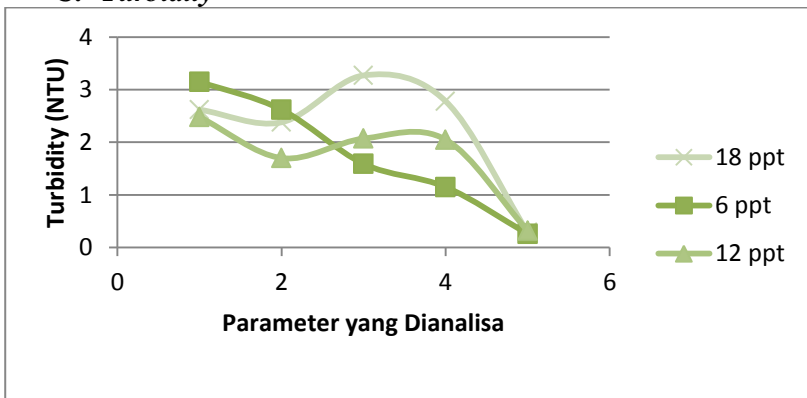
Analisa pH pada variable 6000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit mengalami kenaikan, namun pada variabel 12000 mengalami penurunan Pada percobaan ini, pH sampel 6000 ppm dan 12000 ppm yang masih sesuai dengan standar baku mutu air bersih yakni Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 yaitu dengan nilai pH antara 6-9.

Hal ini masih sesuai dengan *literatur* yang bahwa pH yang melewati Reserve Osmosis memang mengalami penurunan



karena ion-ion garam telah di filter oleh Reverse Osmosis, karena flok-flok dan mineral yang terkandung didalam air yang mempengaruhi keasaman yang diadsorbsi oleh antrasit (Zendikiawan, 2015). Setelah air melalui kolom resin penukar kation, semua pengotor kation air akan diambil/dipertukarkan dengan H^+ dari resin penukar kation, sehingga terjadi pelepasan H^+ dari resin penukar kation dan air keluaran kolom resin penukar kation bersifat asam. Sedangkan pH air keluaran kolom resin penukar anion mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh karena pada saat air melalui kolom resin penukar anion, anion pengotor air akan diambil/dipertukarkan dengan OH^- dari resin penukar anion, sehingga terjadi pelepasan OH^- dari resin penukar anion oleh karena itu air setelah melewati kolom resin penukar anion mempunyai pH mendekati pH netral atau sedikit basa (erlin susetyo, 2007).

C. Turbidity



Grafik 4.7 Parameter *Turbidity* Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* Dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi

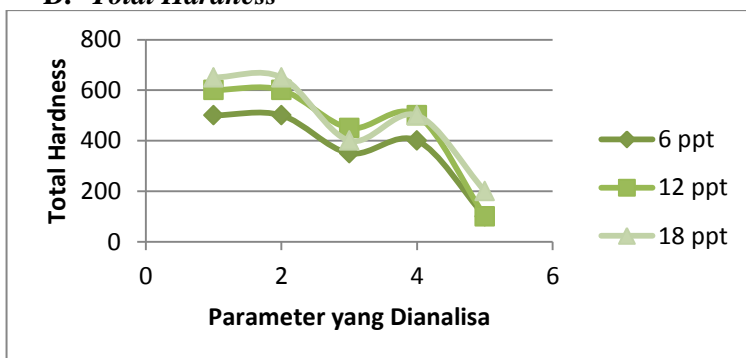
Pada **Grafik 4.7** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah *Turbidity*. Pada percobaan metode *Reverse*



Osmosis dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi ini yang perlu di analisa yaitu Feed, Hasil dari MFA (Media Filter Antrasit) , Kation, Anion (Demineralisasi), dan Permeat. Dengan hasil *Turbidity* yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 3,15; 2,62; 1,59; 1,15; 0,26 (NTU). Pada 12000 ppm yaitu 2,48; 1,70; 2,07; 2,05; 0,32 (NTU). Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 2,62; 2,38; 3,27; 2,78; 0,29 (NTU).

Analisa *Turbidity* pada variabel 6000, 12000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit dan Demineralisasi mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan *literatur* yang mengatakan bahwa air yang keluar dari *Reverse Osmosis* mengalami penurunan karena partikel-partikel pengotor pada air payau telah di filter melalui membran pada *Reverse Osmosis* terlebih lagi telah dilakukan *Pre-treatment* dengan menggunakan Antrasit dimana kemampuan Antrasit sebagai *activated carbon* untuk menyerap karena permukaannya terbebas dari deposit senyawa hidrokarbon. Rongga atau pori Antrasit ini permukaan semakin luas dan daya Adsorbsinya semakin kuat (Zendikiawan, 2015).

D. Total Hardness



Grafik 4.8 Parameter *Total Hardness* Pada Percobaan Metode *Reverse Osmosis* Dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi



Pada **Grafik 4.8** Parameter yang digunakan pada variabel salinitas adalah *Total Hardness*. Pada percobaan metode *Reverse Osmosis* dengan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) dan Demineralisasi ini yang perlu di analisa yaitu Feed, Hasil dari MFA (Media Filter Antrasit) , Kation, Anion (Demineralisasi), dan Permeat. Dengan hasil *Total Hardness* yang didapatkan pada variabel 6000 ppm yaitu 500,45; 500,45; 350,315; 400,36; 100,9. Pada 12000 ppm yaitu 600,54; 600,54; 450,405; 500,45; 100,9. Sedangkan pada 18000 ppm berturut-turut yaitu sebesar 650,585; 650,585; 400,36; 500,45; 200,18 (w/v).

Analisa *Total Hardness* pada variable 6000, 12000 dan 18000 ppm dengan *Pre-treatment* Antrasit tidak mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan *literatur* yang menunjukkan bahwa Antrasit tidak menurunkan TH ataupun penurunan TH-nya sedikit. Pada Permeat dengan variable 6000, 12000 dan 18000 ppm menunjukkan penurunan, hal ini sesuai dengan *literatur* yang menunjukkan bahwa TH pada hasil RO menurun karena system sudah dipekatkan pada *Reject* sehingga permeat konsentrasinya tidak terlalu tinggi (G. Alaerts, 1984).

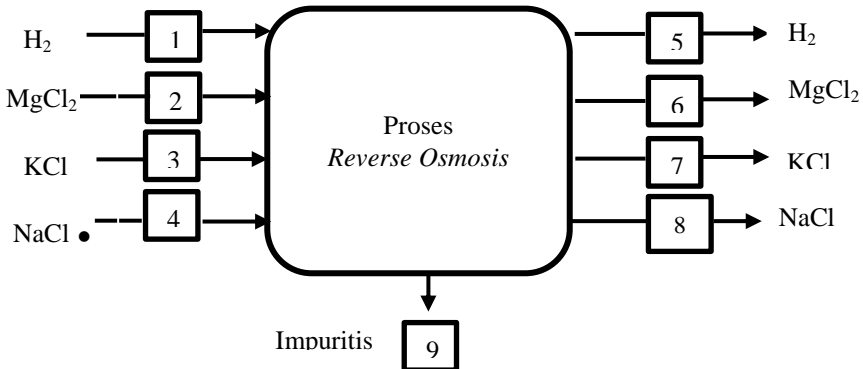
Perbandingan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit), dengan MFA (Media Filter Antrasit)-Demineralisasi

Dari hasil perbandingan proses antara MFA (Media Filter Antrasit)- Demineralisasi dengan hanya menggunakan MFA (Media Filter Antrasit) menunjukkan bahwa hasil permeat yang paling baik. Karena Demineralisasi memiliki resin anion dan kation yang bertujuan untuk menukar ion-ion pada suatu larutan. Sehingga pada system *Reverse Osmosis* bekerja lebih maksimal dan menghasilkan Permeat yang lebih kecil daripada yang hanya menggunakan *Pre-treatment* MFA (Media Filter Antrasit) saja.

BAB 5 NERACA MASSA

Pengolahan air sumur menggunakan *Reverse Osmosis* dengan Pre-Treatment Media Filter Antrasit dengan komposisi sebagai berikut:

- Kapasitas : 312.000 kg air/tahun
1000 kg air/hari
- Operasi : 312 hari/tahun
- Basis Massa : kg
- Basis Waktu : 1 hari



Tabel 5.1 Neraca Massa Proses *Reverse Osmosis*

Massa Masuk		Massa Keluar	
Aliran 1, 2, 3, dan 4		Aliran 5, 6, 7, 8 dan 8	
Komponen	Massa (mg)	Komponen	Massa (mg)
H ₂ O	994139,82	H ₂ O	994139,82
<i>Total Hardness</i>	200,18	<i>Total Hardness</i>	100,09
Salinitas	0,000006	Salinitas	0,00000059
TDS	5660	TDS	600
		<i>Impurities</i>	5160,089999
Total	1.000.000	Total	1.000.000



BAB 6

NERACA ENERGI

Pengolahan air sumur menggunakan *Media Filter Antrasit* dengan komposisi sebagai berikut:

- Kapasitas : 312.000 kg air/tahun
1000 kg air/hari
- Operasi : 312 hari/tahun
- Basis Massa : kg
- Basis Waktu : 1 hari
- Satuan Energi : m^2/s^2

6.1 Perhitungan Energi Total

Tabel 6.1 Tabel Perhitungan Energi Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	ρ (kg/m^3)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	$z_1(\text{m})$	$z_2(\text{m})$	g (m/s^2)
P	1000	-	-	-	-	-
Ep	1000			2,133	0,09	9,8
Ek	1000	3,98	3,580	-	-	-

6.2 Neraca Energi

Tabel 6.2 Neraca Energi Proses *Reverse Osmosis*

Neraca Energi			
Masuk (m^2/s^2)		Keluar (m^2/s^2)	
P_1/ρ	101,32472	P_2/ρ	121,54632
Ep	20,9034	Ep	0,882
Ek	1,990625	Ek	1,790425
Total	124,2	Total	124,2

BAB 7 ANGGARAN BIAYA

7.1 Anggaran Biaya Pembuatan Produk

Estimasi anggaran biaya pembuatan inovasi teknologi alat pengolahan bahan baku air payau untuk dijadikan air Bersih skala rumah tangga.

Kapasitas produksi : 75.600 liter/ hari = 3150 liter/jam
: 3978 Gallon x 30 hari = 119.368,421

Waktu operasi : 24 jam

Alat yang dibutuhkan untuk pengolahan bahan baku air payau untuk dijadikan air minum skala rumah tangga :

Tabel 7.1 Investasi Peralatan Produksi

No	Ket	Spek	Kuantitas	IDR	Biaya total	<i>Life time</i> (bln)	IDR/ bulan
1	Rangka Besi	15 meter	8 lonjor (15 m)	55 rb/ lnj	440 rb	12	36.667
2	Akrilic	3mm	3 meter	500 rb /1,5	1 jt	12	83.333
3	Selang Air	5/8"	1 meter	7000/ meter	7 rb	6	1.167
4	Bak Penampung	2000 L	2	2.5 jt	5 jt	12	416666,6
5	Valve	½"	10 unit	10 rb/ buah	100 rb	12	8.333
6	Manometer	tekanan	1 unit	75 rb/ buah	75 rb	12	6.250
7	Baut/Mur	½	30 buah	1rb / buah	30 rb	12	2.500
8	Pipa PVC	½"	3 lonjor (12 m)	22 rb/ lnj	66 rb	12	5.500
9	Alat Demin	2 kation-anion	1	5 jt/ alat	5 jt	12	441.667



10	Hg	7 ml	7 ml	90rb / 7 ml	90 rb	12	7.500
11	Elbow	1/2"	5 unit	2 rb/ buah	10 rb	12	833
12	Pompa	RECE NT	2 unit	250 rb/ unit	500 rb	6	83333,33 3
13	Wire mesh saringan	±80 mesh	1 x 1 meter	110 rb/ meter	110 rb	12	9.167
14	Tee	½"	2 buah	3500/ buah	7.000	12	583
15	Sok drat	¾"	3	1800/ buah	5.400	12	450
16	Reverse Osmosis	20.000 GPD	1 buah	110 rb / buah	110rb	12	9166666, 66
17	Pengeboran Sumur	40 meter	2	10 jt / buah	20 jt	24	833.333
Total					142,5 Jt		11,7 jt

Tabel 7.2 Biaya Operasi Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Listrik	2500 kwh	1.350,00	3.375.000
TOTAL				3.375.000

Tabel 7.3 Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Gaji Karyawan	3	3.500.000	10.500.000
2	Sewa Bangunan	-	5.000.000	5.000.000
3	Maintanace Peralatan	-	1.000.000	1.000.000
TOTAL				16.500.000

**Tabel 7.4.** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Per Produksi (Bulan)

No	Ket	Spek	Kuan titas	Biaya (IDR)	Total Biaya (IDR)	Life Time	IDR/ Bulan
1	Antrasit	8-16 mesh	50 L	140 rb / 25 L	280 rb	12	23.333
2	Resin Anion- Kation	Kation Anion	68 L 133L	36rb/L 89rb/L	2.45 jt 11.8jt	12 12	204000 986416,6
3	Filter RO	0,2 mic	18	10 rb	180rb	6	30000
4	Membran RO	Membran 500 GPD	18	1.2 jt/ Unit	21.6 jt	12	1800000
TOTAL					36.4 jt		2.113.750

VII.1. Fixed Cost (FC)

Fixed cost atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

1	Investasi Alat	= IDR 11.078.950	
2	Biaya Operasi	= IDR 3.375.000	
3	Biaya Pendukung	= IDR 16.500.000	+
		<hr/>	
		IDR 30.953.950	

VII.2. Variable Cost (VC)

Variable cost atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.



$$\begin{aligned} 1. \text{ Biaya Variabel per Produksi} &= 3.043.750 \\ &= \text{IDR } 3.043.750 \end{aligned}$$

Dari hasil *fixed cost* dan *variable cost* maka dapat diketahui biaya total produksi (TC) dalam waktu Satu bulan, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{FC} + \text{VC} \\ \text{TC} &= 30.953.950 + 3.043.750 \\ \text{TC} &= \text{IDR } 33.997.700 \end{aligned}$$

VII.3. Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

1. HPP

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{\text{TC}}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}} \\ \text{HPP} &= \frac{\text{IDR } 33.997.700}{119.368,41} \\ \text{HPP} &= \text{IDR } 284,8132337 \end{aligned}$$

2. Harga Jual

$$\text{Harga Jual} = \text{IDR } 600,00$$

3. Laba = Harga Jual - HPP

$$\begin{aligned} &= 600,00 - 284,813 \\ &= \text{IDR } 315,187 \end{aligned}$$

4. Hasil Penjualan per Bulan

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = \text{Harga Jual} \times \text{Jumlah Produk/Bulan}$$

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = 600,00 \times 119.368,421$$

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = \text{IDR } 71.620.800$$

5. Laba per Bulan

$$\text{Laba/Bulan} = \text{Laba} \times \text{Jumlah Produk/Bulan}$$

$$\text{Laba/Bulan} = 315,187 \times 119368$$

$$\text{Laba/Bulan} = \text{IDR } 37.623.241,82$$

**6. Laba per Tahun**

$$\text{Laba/Tahun} = \text{Laba/Bulan} \times 12$$

$$\text{Laba/Tahun} = 37.623.241,82 \times 12$$

$$\text{Laba/Tahun} = \text{IDR } 451.478.901,8$$

VII.4. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) ialah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. *Break Even Point* digunakan untuk menganalisis proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

BEP unit : titik pulang pokok (BEP) yang dinyatakan dalam jumlah penjualan produk di nilai tertentu.

Biaya Tetap

Harga jual per produk – Biaya variabel per produk

$$\frac{30.953.950}{600 - 284,8132337} = 98.208,20$$

Artinya, tiap industri rumah tangga perlu menjual 98.209 air / Galon agar terjadi BEP. Pada penjualan produk ke 98.209 air/galon, maka industri tersebut akan mulai memperoleh keuntungan.

BEP rupiah : titik pulang pokok (BEP) yang dinyatakan dalam jumlah penjualan atau harga penjualan tertentu.

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (\text{VC/P})}$$



$$\begin{aligned}\text{BEP} &= \frac{30.953.950}{1 - (3.043.750 / 600)} \\ \text{BEP} &= \text{Rp } 30948877,08\end{aligned}$$

Artinya, industri rumah tangga tersebut perlu mendapatkan omset penjualan produk senilai Rp 30948877,08 agar terjadi BEP, maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh keuntungan jika mendapat omset sebesar Rp 30948877,08

BAB 8

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada Pre-Treatment MFA(Media Filter Antrasit) tidak menurunkan TDS dan pH. Pada TDS dengan Variabel 6 ppt : 5,66 : pada 12 ppt : 11,5; pada 12 ppt 15,2. Pada parameter pH dengan Variabel 6 ppt : 4,30; pada 12 ppt : 8; pada 18 ppt: 7,52.
2. Hasil terbaik pada Pre-Treatment MFA(Media Filter Antrasit)-Demineralisasi. Karena, Pada Pre-Treatment Demineralisasi dapat menurunkan Total Hardness. Jumlah penurunan feed ke demin pada variabel 6 ppt, 12 ppt, 18 ppt berturut-turut sebesar 100,11; 100,09; 150,13

8.2 Saran

1. Harga jual Air Tawar pada hasil proses Reverse Osmosis masih mahal daripada harga biaya pembelian air bersih pada umumnya. Sehingga perlu ditambahkan sinar UV untuk menghilangkan mikrobiologi dalam air agar dapat digunakan sebagai air minum, mengingat karakteristik kimia dan fisika sudah terpenuhi.
2. Dalam percobaan ini dapat diaplikasikan dengan menggunakan air dari sumur daerah pesisir, agar diaplikasikan dengan tujuan pembuatan serangkaian alat Desalinasi Air Payau

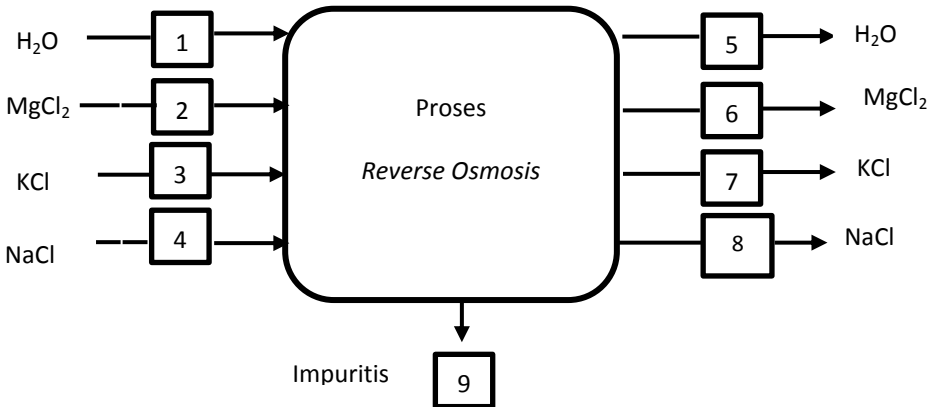
APPENDIKS A NERACA MASSA

Neraca Massa Proses Elektrokoagulasi

Fungsi : Untuk menghitung massa air payau selama proses *Reverse Osmosis*.

Basis : 1 m³ / proses dengan variable salinitas

Menggunakan proses *batch*



Tabel A.1 Neraca Massa Proses *Reverse Osmosis*

Massa Masuk		Massa Keluar	
Aliran 1, 2, 3, dan 4		Aliran 5, 6, 7, 8 dan 9	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
H ₂ O	994139,82	H ₂ O	994139,82
MgCl ₂	200,18	MgCl ₂	100,09
NaCl	0,000006	NaCl	0,00000059
KCl	5660	KCl	600
		Impurities	5160,089999
Total	1.000.000	Total	1.000.000

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Aliran 1 (H₂O)

Tabel A.1.1 Massa H₂O Sebelum Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	994139,82

Aliran 2 (H₂O)

Tabel A.2.1 Massa Total Hardness Sebelum Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Mg ²⁺	1 m ³	200,18

$$\begin{aligned}
 \text{Kesadahan}^+ \text{ (sebagai mg CaCO}_3\text{/L)} &= \frac{2 \times 1,0009 \times 1000 \times f}{B} \\
 &= \frac{2 \times 1,0009 \times 1000 \times 1}{10} \\
 &= 200,18 \text{ mg/L} \\
 &= 200,18 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

Aliran 3 (Air)

Tabel A.3.1 Massa TDS Sebelum Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	5660

$$\begin{aligned}
 \text{TDS (Total Dissolved Solid)} &= 5660 \text{ mg/L} \\
 &= 5660 \text{ gram/m}^3 \\
 \text{Massa TDS (basis 1 m}^3\text{)} &= 5660 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Aliran 4 (Air)

Tabel A.4.1 Massa Salinitas Sebelum Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	0,000006

$$\begin{aligned}
 \text{Salinitas} &= 6\text{ppt} \\
 &= 0,000006 \text{ mg/L} \\
 &= 0,000006 \text{ gram/m}^3 \\
 \text{Massa Salinitas (basis 1 m}^3\text{)} &= 0,000006 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Aliran 5 (H₂O)

Tabel A.5.1 Massa H₂O Sesudah Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	994139,82

Aliran 6 (H₂O)

Tabel A.6.1 Massa Mg²⁺ Sesudah Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Mg ²⁺	1 m ³	100,09

$$\begin{aligned}
 \text{Kesadahan}^+ \text{ (sebagai mg CaCO}_3\text{/L)} &= \frac{A \times 1,0009 \times 1000 \times f}{B} \\
 &= \frac{1 \times 1,0009 \times 1000 \times 1}{10} \\
 &= 100,09 \text{ mg/L} \\
 &= 100,09 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

Aliran 7 (Air)

Tabel A.7.1 Massa TDS Sesudah Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	600

$$\begin{aligned}
 \text{TDS (Total Dissolved Solid)} &= 600 \text{ mg/L} \\
 &= 600 \text{ gram/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa TDS (basis 1 m}^3\text{)} = 600 \text{ gram}$$

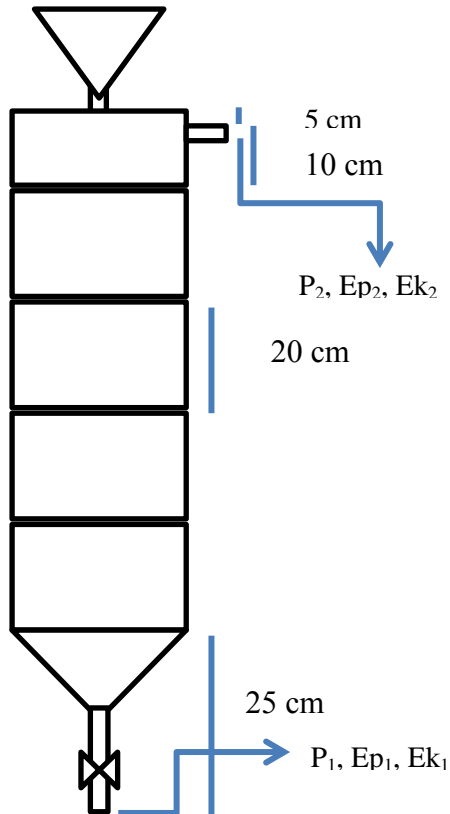
Aliran 8 (Air)

Tabel A.8.1 Massa Salinitas Sesudah Proses *Reverse Osmosis*

Komponen	Basis	Berat (gram)
Air	1 m ³	0,00000059

$$\begin{aligned}
 \text{Salinitas} &= 0,59 \text{ ppt} \\
 &= 0,00000059 \text{ mg/L} \\
 &= 0,00000059 \text{ gram/m}^3 \\
 \text{Massa Salinitas (basis 1 m}^3\text{)} &= 0,00000059 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

APPENDIKS B NERACA ENERGI



B.1 Perhitungan Energi Total

Tabel B.1 Komponen Energi Total

Komponen	ρ (kg/m^3)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	$h_1(\text{m})$	$h_2(\text{m})$	g (m/s^2)
P	1000	-	-	-	-	-
E_p	1000			1,15	0,05	9,8
E_k	1000	0,76	0,19	-	-	-

B. Neraca Energi

$$\Delta H + \frac{\Delta U^2}{2g_c} + \frac{g}{g_c} \cdot \Delta Z = Q + W_s$$

$$0 + \frac{(0,76^2) - (0,19^2)}{2 (32,174)} + 9,8 \cdot \frac{(1,15 - 0,05)}{(32,174)} = 0 + W$$

$$\frac{0,5415}{64,348} + 0,3045 \times 0,33 = 0 + W$$

$$W = 0,11 \text{ BTU/Lbm}$$

DAFTAR NOTASI

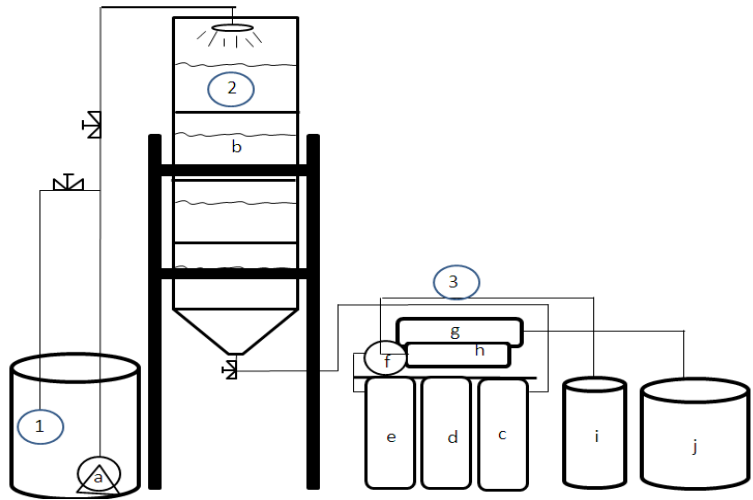
Simbol	Keterangan	Satuan
w	Berat	gram
T	Suhu	$^{\circ}\text{C}$
Q	Debit	mL/s
P	Tekanan	N/cm^2
g	Gravitasi	m/s^2
pH	Derajat keasaman	-
ρ	Densitas	kg/m^3
v	Flow rate	cm/s
V	Volume	mL
BM	Berat molekul	gram/mol
M	Konsentrasi	mol/L
t	Waktu	Detik
TDS	Total Dissolved Solid	mg/L
Turbidity	Kekeruhan	NTU
Total Hardness	Kesadahan Total	mg/L
h	Ketinggian	meter
Ep	Energi Potensial	m^2/s^2
Ek	Energi Kinetik	m^2/s^2
A	Volume EDTA	mL
B	Volume Sampel	mL
f	Faktor Koreksi	-

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, S. (n.d.). Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga.
- Bambang Switarto, S. (2012). Aplikasi Biofilter Aerobik untuk Menurunkan Kandungan Detergen pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknik* Volume 10 Nomor 02, 23-31.
- Deissy L Nusanthary, E. R. (2012). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Secara Biologi dengan Media Lumpur Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* Vol 1 No 1, 454-460.
- Dyah Puspito Rukmi, E. R. (2013). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Studi di Laundry X di Kelurahan Jember Lor Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, 1-7.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI).
- Irma Suryanti, G. S. (2012). Studi Penurunan Kandungan Total Coliform Dengan Menggunakan Kombinasi Vertical Flow Roughing Filter (VRF) dan Horizontal Flow Roughing Filter (HRF) pada Air Buangan Domestik Artifisial. 1-8.
- Purnawijayanti, H. A. (2001). *Sanitasi Higieni dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI).
- Purnomo, I. M. (2012). Studi Penggunaan Ferrolte sebagai Campuran Media Filter untuk Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur. 1-13.
- Said, N. I. (2006). Penghilangan Deterjen dan Senyawa Organik dalam Air Baku Air Minum denan Proses Biofilter Ungun Tetap Tercelup. *Jurnal Tek. Ling. P3TL-BPPT*.7.(1), 97-108. Ix

- Santi, S. S. (2009). Penurunan Konsentrasi Surfactan pada Limbah Detergen dengan Proses Photokatalitik Sinar UV. *Jurnal Teknik Kimia* Vol.4, No.1, 260-264.
- Sopiah, R. N. (2004). Pengelolaan Limbah Deterjen Sebagai Upaya Minimalisasi Polutan di Badan Air dalam Rangka Pembangunan Berkelanjutan. 99-104.
- Syahrir, M. S. (2012). Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung). 1-10.
- Yuwono, H. S. (2014). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir-Arang Aktif. *Jurnal Neutrino* Vol. 6, No. 2, 84-90.

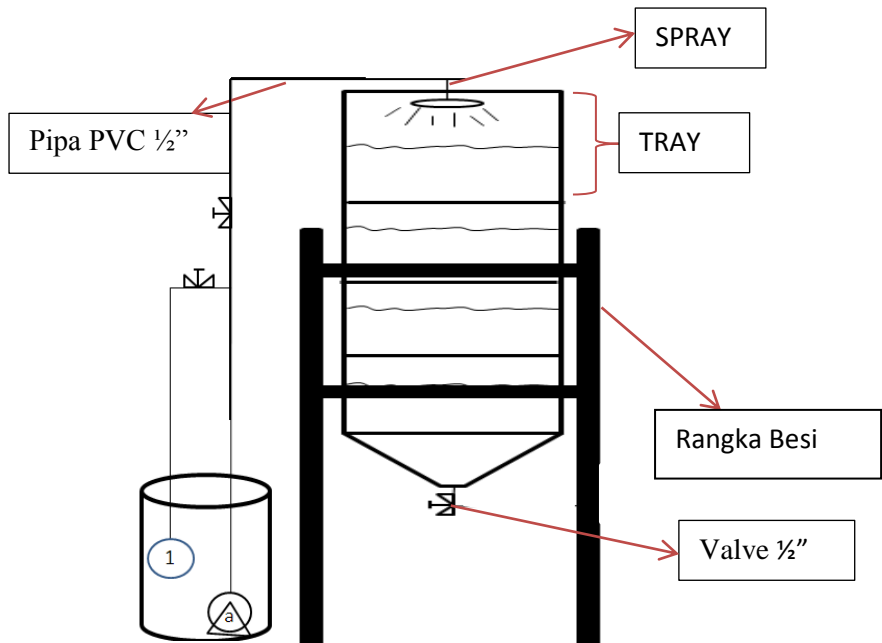
LAMPIRAN A SKETSA DAN GAMBAR ALAT



Gambar A.1 Sketsa Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit) dan Reverse Osmosis

Keterangan :

1. Air feed
2. Pre-Treatment (Media Filter Antrasit)
3. Reverse Osmosis
- a. Pompa
- b. Antrasit
- c. Sedimen 5 mikron
- d. Granular Activated Carbon (GAC)
- e. Carbon Block
- f. Pompa
- g. Membran Reverse Osmosis
- h. Post Carbon
- i. Bak penampung Permeat
- j. Bak penampung Reject



Gambar A.2 Sketsa Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit)

Keterangan Alat MFA (Media Filter Antrasit) dalam skala
Laboratorium :

Tinggi total	: 180 cm
Tinggi Rangka Besi	: 150 cm
Tinggi Media Filter Antrasit	: 105 cm
Tinggi Tray	: 20 cm
Tinggi Antrasit	: 10-15 cm
Volume Media Filter Antrasit	: Balok : 36000 cm ³
	Limas segirmpat : 4000 cm ³
Volume Tray	: 8000 cm ³



Gambar A.3 Gambar Serangkaian Alat MFA (Media Filter Antrasit) dan Reverse Osmosis skala Laboratorium



Gambar A.4 Gambar Serangkaian Alat Demineralisasi skala Laboratorium

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

1. Pompa

Fungsi : memompa air sumur sebanyak 3.150 kg/jam ke bak Pre-Treatment MFA (Media Filter Antrasit).

Jenis : *Centrifugal pump*

Alasan Pemilihan :

- Dapat digunakan *range* kapasitas yang besar dan tekanan tinggi
- Konstruksi sederhana sehingga harganya relatif lebih murah
- Kecepatan putarannya stabil
- Tidak memerlukan area yang luas

Menghitung Debit Air

Diketahui : Laju alir massa, $G = 3.150 \text{ kg/jam (0,875 kg/s)}$

Densitas, $\rho = 1200 \text{ g/m}^3$

Over desain = 10 %

$G = 1,1 \times 3.150 \text{ kg/jam}$

$= 3465 \text{ kg/jam}$

$= 57,75 \text{ kg/menit}$

$= 0,96 \text{ kg/s}$

Debit, Q :

$$Q = \frac{G}{\rho}$$

$$= \frac{3150}{1200}$$

$$= 2,625 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 11,5575 \text{ gpm}$$

Tabel B.1 Spesifikasi Pompa Sentrifugal

Spesifikasi :

Merk	: RECENT SP-106
Type	: semi jet pump
Kapasitas	: 4000 L/H
Power	: 85 Watt
Suction Head	: 4 m
Jumlah	: 1 unit
Kelengkapan	: - Pipa PVC - 2 pcs Valve (mengatur tekanan dan backwash)

Asumsi :

- ☐ Sifat-sifat fisis cairan dianggap tetap
- ☐ Fluida *incompressible*

2. MFA (Media Filter Antrasit)

Fungsi : - sebagai Pre-treatment sebelum dibawa ke system unit Reverse Osmosis

Tipe : - Balok vertikal tegak dengan tutup atas dan bawah *limas segi empat terbalik*.

- media penyaring Antrasit
- 4 tray (8-15 cm)

a. Menentukan luas dan dimensi *filter*

Kapasitas tangki = total air masuk *filter*

$$= 2,625 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 11,5575 \text{ gpm}$$

Laju filtrasi = $2 - 4 \text{ gpm/ft}^2$ (Banchero, 1988)

Dipilih = 4 gpm/ft^2

Luas penampang, A :

$$A = \frac{11,5575 \text{ gpm}}{4 \text{ gpm/ft}^2}$$

$$= 2,88 \text{ ft}^2$$

Diameter tangki :

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$\begin{aligned} D &= \left[\frac{4 \times A}{\pi} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{4 \times 2,88}{3,14} \right]^{1/2} \\ &= 1,915409 \text{ ft} \\ &= 23 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Data standar} &= 84,000 \text{ in} \\ &= 7 \text{ ft} \\ &= 2,1336 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari jari :

$$\begin{aligned} r &= \frac{1}{2} D \\ &= \frac{1}{2} \cdot 7 \text{ ft} \\ &= 3,5 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter efektif} &= 0,9 - 1,1 \text{ mm} \\ \text{Diambil} &= 0,1 \text{ mm} = 0.00328084 \text{ ft} \\ \text{Porositas} &= 0,42 \\ \text{Spherisitas} &= 0,72 \\ \text{Tinggi tumpukan media filter} &= 0,5 - 2 \text{ ft} \\ \text{Diambil} &= 1 \text{ ft} = 0.3048000 \text{ m} \\ \text{Ruang kosong} &= \frac{1}{2} \text{ tinggi bed} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0.3048000 \\ &= 0,1524 \text{ m} \\ \text{Tinggi shell} &= \text{Tinggi media filter} + \text{ruang kosong} \\ &= 0,6096 \text{ m} \end{aligned}$$

-Distribusi lapisan media Antrasit

Diameter (mm)	Berat(%)	Tebal Lapisan (cm)
0,97-1,1	18,08	10,848
1,24-1,57	33,41	20,046

Kebutuhan antrasit

$$\text{Ketinggian Tray} = 2 \text{ meter} : 4 = 0,5 \text{ meter}$$

$$\text{Ketinggian antrasit} = 0,3 \text{ meter}$$

Asumsi 0,1 meter = 4 liter

- kebutuhan antrasit* asumsi liter per 0,1 m
= $3 * 4 = 12$ liter
- Dengan jumlah Tray 4, maka :
 $12 \text{ liter} * 4 = 48$

Jadi Antrasit yang dibutuhkan kurang lebih 48 Liter

Tabel B.2 Spesifikasi Pre-Treatment Modified Filter Antrasit (MFA):

Tekanan maksimum	: 3 –4 Bars
Ukuran	: 12 inchi x 120 cm
Material	: Akrilik
Pipa Inlet / outlet	: $\frac{1}{2}$ "
Media Filter	: Antrasit
Media Penahan	: Wire Mesh
Unit	: 1
Kelengkapan	: - valve - Pipa PVC

3. Serangkaian Alat Demineralisasi

Fungsi : - sebagai Pre-Treatment sebelum masuk ke Reverse Osmosis (penukar ion)

A. *Cation Exchanger* (CE-101)

Fungsi : Menghilangkan ion-ion positif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air

Tipe : Tangki silinder vertikal diisi dengan resin penukar ion Kation

a. Menghitung dimensi tangki

Kapasitas produk	= $2833,33 \text{ L/jam} = 12,4746 \text{ gpm}$
Siklus regenerasi	= 8 jam = 480 menit
Total kation inlet	= $62 \text{ ppm} = (1 \text{ grain/gallon} = 17,1 \text{ ppm})$ = 3,625 grain
Total kation outlet	= 0 ppm
Kation hilang	= 100,00%

Kondisi operasi :

Temperatur = 30 °C ;

PH = 6-8

$$\text{Kapasitas resin} = \frac{Vp \times TDS_{feed} \times 0,43718}{TEC \times \eta}$$

$$= \frac{283 \times 15,5 \times 0,43718}{35 \times 80\%}$$

$$= 68,48893 \text{ kg/m}^3$$

Maksimum flow = 8 gpm/ft²

Densitas resin, $\rho = 0,95 \text{ kg/L}$

= 59,3066 lb/ft³

Jumlah mineral yang dihilangkan :

kation hilang x jml.air x total kation inlet x siklus regenerasi

= 100% x 0,0036 kg/gal x 12,4746 gpm x 480 menit

= 21,555 kgrain CaCO₃

$$\text{Kebutuhan volume resin} = \frac{21,555}{68}$$

$$= 0,316 \text{ ft}^3 = 0,0087 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas permukaan resin} = \frac{12,47}{8}$$

$$= 1,558 \text{ ft}^2$$

$$= 0,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi bed resin} = \frac{0,0087}{0,14}$$

$$= 0,062 \text{ m} = 0.20341207 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}\text{Diameter tangki, } D &= \sqrt{\frac{4 \times 0,14}{3,14}} \\ &= 0,422 \text{ ft} \\ &= 0,128 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ruang kosong} &= 75 \% \times \text{tinggi } bed \text{ (untuk ekspansi saat regenerasi)} \\ &= 0,152 \text{ ft}\end{aligned}$$

Graver dirancang dari anitrofit dengan tebal/tinggi 12-14 in

$$\text{Dipilih tinggi} = 12 \text{ in} = 0,3048 \text{ m} = 1,0000 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi } bed \text{ total} &= (0,062 + 0,124 + 0,3048) \text{ m} \\ &= 0,4908 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi tangki total} &= (0,04632 + 0,4908) \text{ m} \\ &= 0,5371 \text{ m} \\ &= 1.7621 \text{ ft}\end{aligned}$$

b. Menghitung Tekanan Desain

Menghitung tekanan vertikal bahan padat pada dasar tangki digunakan persamaan Jansen:

$$P_B = \frac{R\rho_B\left(\frac{g}{g_c}\right)}{2\mu K} \left[1 - e^{(-2\mu K Z_T/R)}\right]$$

(Mc. Cabe and Smith, 1985)

Dimana:

PB = tekanan vertikal pada dasar tangki (psi)

ρ_B = densitas material, lb/ft³ (59,3066 lb/ft³)

μ = koefisien friksi, 0,35 - 0,5. dipilih, $\mu = 0,4$

K = rasio tekanan, 0.3 -0.6. Dipilih, K = 0,5

ZT = tinggi total bahan dalam tangki, (1.7621 ft)

R = jari-jari tangki = 1/2 D, = 0.211ft

e = 2,7183

Diperoleh PB = 32,6725 lb/ft² = 0.223 psi

Tekanan lateral yg dialami dinding tangki (PL) = K × PB
= 0,1115 psi

$$\begin{aligned}
\text{Tekanan total (PT)} &= (0.223 + 0,1115) \text{ psi} \\
&= 0,3345 \text{ psi} \\
\text{Poperasi} &= 14,7000 \text{ psi} \\
\text{Pdesign} &= 1,1 \times (\text{Poperasi} + \text{PT}) \\
&= 1,1 \times (14,7000 + 0,3345) \\
&= 16,5387 \text{ psi}
\end{aligned}$$

c. Menghitung Tebal dinding

$$t = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C$$

(Brownell & Young, 1959, hal 254)

Material yang direkomendasikan adalah *Carbon Steel SA-283 Grade C*

$$\begin{aligned}
f &= 12.650 \text{ psi (Peters \& Timmerhause, 1991, Tabel 4, hal 538)} \\
E &= 80\% \quad \quad \quad \text{(Brownell and Young, 1959, tabel 13.2)} \\
c &= 0,125 \text{ in} \\
r_i &= 7,8125 \text{ in} \\
P_{\text{desain}} &= 17,0847 \text{ psi}
\end{aligned}$$

$$t_s = \frac{16,53 \times 7,8125}{12,650 \times 0,8 - 0,6 \cdot 16,53} + 0,125$$

$$\text{Tebal shell} = 0,1378 \text{ in}$$

Digunakan tebal *shell* standar 0,1875 in

d. Regenerasi resin

Kebutuhan *regenerant*

(Tabel, 16-19, Perry's Handbook, 7th ed, 1997)

Regenerant yang digunakan adalah NaOH konsentrasi 70 % vol.

Kapasitas *regenerant* = 4,375 lb *regenerant* /ft³ resin

Kebutuhan teoritis = Kapasitas *regenerant* × Kebutuhan volume resin

$$= 4,375 \text{ lb } \textit{regenerant} / \text{ft}^3 \text{ resin} \times 0,1017 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,4451 \text{ lb } \textit{regenerant} \\
 \text{Kebutuhan teknis} &= 110\% \times \text{kebutuhan teoritis} \\
 &= 0,4897 \text{ lb } \textit{regenerant} \\
 &= 0.2221 \text{ kg } \textit{regeneran}
 \end{aligned}$$

Tabel B.3 Spesifikasi Ion exchanger (Cation)

Spesifikasi *Cation Exchanger*

Alat	<i>Cation Exchanger</i>
Fungsi	Menghilangkan ion-ion positif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan <i>head</i> berbentuk <i>torispherical</i> .
Tekanan Desain	16.53 psi
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	2 Buah

B. Anion Exchanger (AE-101)

Fungsi : Menghilangkan ion-ion negatif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air

Tipe : Tangki silinder vertikal diisi dengan resin penukar ion

1. Menghitung dimensi tangki

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produk} &= 2833,33 \text{ L/jam} = 12,4746 \text{ gpm} \\
 \text{Siklus regenerasi} &= 8 \text{ jam} = 480 \text{ menit} \\
 \text{Total Anion inlet} &= 62 \text{ ppm} = (1 \text{ grain/gallon} = 17,1 \text{ ppm}) \\
 &= 3,625 \text{ grain} \\
 \text{Total Anion outlet} &= 0 \text{ ppm} \\
 \text{Anion hilang} &= 100,00\% \\
 \text{Kondisi operasi} &: \\
 \text{Temperatur} &= 30 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 \text{PH} &= 0 - 7 \\
 \text{Anion exchanger} &= \text{basa lemah (weakly basic) aminopolisterena (PK 9)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas resin} &= \frac{Vp \times TDS_{feed} \times 0,43718}{TEC \times \eta} \\
 &= \frac{283 \times 15,5 \times 0,43718}{18 \times 80\%} \\
 &= 130,9858 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maksimum flow = 7 gpm/ft²

Densitas resin, $\rho = 0,67 \text{ kg/L}$

$= 41,8267 \text{ lb/ft}^3$

Jumlah mineral yang dihilangkan :

Anion hilang x jml.air x total Anion inlet x siklus regenerasi

$= 100\% \times 0,0036 \text{ kg/gal} \times 12,4746 \text{ gpm} \times 480 \text{ menit}$

$= 21,555 \text{ kgrain CaCO}_3$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan volume resin} &= \frac{21,555}{130} \\
 &= 0,1658 \text{ ft}^3 \\
 &= 0.05053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas permukaan resin} &= \frac{12,47}{7} \\
 &= 1,78 \text{ ft}^2 \\
 &= 0,5425 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi } bed \text{ resin} &= \frac{0.05053}{0.5425} \\
 &= 0,09314 \text{ m} = 0.3055 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tangki, D} &= \sqrt{\frac{4 \times 0,5425}{3,14}} \\
 &= 0,8313 \text{ ft} \\
 &= 0.2533 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ruang kosong} &= 75 \% \times \text{tinggi } bed \text{ (untuk ekspansi saat regenerasi)} \\
 &= 0,2291 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Graver dirancang dari anitrofit dengan tebal/tinggi 12-14 in

Dipilih tinggi = 12 in = 0,3048 m = 1,0000 ft

Tinggi *bed* total = (0,09314 + 0,124 + 0,3048) m
= 0,5219 m

Tinggi tangki total = (0,05632 + 0,5219) m
= 0,5782 m = 1.8969 ft

b. Menghitung Tekanan Desain

Menghitung tekanan vertikal bahan padat pada dasar tangki digunakan persamaan Jansen:

$$P_B = \frac{R\rho_B\left(\frac{g}{g_c}\right)}{2\mu K} \left[1 - e^{(-2\mu K Z_T/R)}\right]$$

(Mc. Cabe and Smith, 1985)

Dimana:

PB = tekanan vertikal pada dasar tangki (psi)

ρ_B = densitas material, lb/ft³ (41,8267 lb/ft³)

μ = koefisien friksi, 0,35 - 0,5. dipilih, $\mu = 0,4$

K = rasio tekanan, 0.3 -0.6. Dipilih, K = 0,5

ZT = tinggi total bahan dalam tangki, (1. 8969 ft)

R = jari-jari tangki = 1/2 D, = 0,4156 ft

e = 2,7183

Diperoleh PB = 39,1339 lb/ft² = 0.2717 psi

Tekanan lateral yg dialami dinding tangki (PL) = K × PB
= 0,1358 psi

Tekanan total (PT) = (0.2717 + 0,1358) psi
= 0,4075 psi

Poperasi = 14,7000 psi

Pdesign = 1,1 x (Poperasi + PT)
= 1,1 x (14,7000 + 0,4075)
= 16,6182 psi

c. Menghitung Tebal dinding

$$t = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C$$

(Brownell & Young, 1959, hal 254)

Material yang direkomendasikan adalah *Carbon Steel SA-283 Grade C*

f = 12.650 psi (Peters & Timmerhause, 1991, Tabel 4, hal 538)

E = 80% (Brownell and Young, 1959, tabel 13.2)

c = 0,125 in

r_i = 7,8125 in

P_{desain} = 17,0847 psi

$$t_s = \frac{16,6 \times 7,8125}{12,650 \times 0,8 - 0,6 \cdot 16,6} + 0,125$$

Tebal *shell* = 0,1402 in

Digunakan tebal *shell* standar 0,1875 in

d. Regenerasi resin

Kebutuhan *regenerant*

Regenerant yang digunakan adalah NaOH konsentrasi 70 % vol.

Kapasitas *regenerant* = 4,375 lb *regenerant* /ft³ resin

Kebutuhan teoritis = Kapasitas *regenerant* × Kebutuhan volume resin

$$= 4,375 \text{ lb } \textit{regenerant} / \text{ft}^3 \text{ resin} \times 0,1017 \text{ ft}^3$$

$$= 0,4451 \text{ lb } \textit{regenerant}$$

Kebutuhan teknis = 110% × kebutuhan teoritis

$$= 0,4897 \text{ lb } \textit{regenerant}$$

$$= 0,2221 \text{ kg } \textit{regeneran}$$

Tabel B.4 Spesifikasi Ion Exchanger (Anion)

Alat	<i>Anion Exchanger</i>
Fungsi	Menghilangkan ion-ion negatif yang erlarut dan menghilangkan kesadahan air
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan <i>head</i> berbentuk <i>torispherical</i> .
Tekanan Desain	16,6 psi
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i> AISI tipe 316
Jumlah	1 buah

4. Reverse Osmosis (RO) Unit

Unit Osmosa balik merupakan jantung dari sistem pengolahan air secara keseluruhan. Unit ini terdiri dari selaput membran yang digulung secara spiral dengan pelindung kerangka luar (*vessel*) yang tahan terhadap tekanan tinggi. Kapasitas tiap unit bermacam-macam tergantung disain yang diinginkan. Daya tahan membran ini sangat tergantung pada proses pengolahan awal. Jika pengolahan awalnya baik, maka membran ini dapat tahan lama.

Tabel B.5 Spesifikasi Reverse Osmosis

Spesifikasi Peralatan :

- 2 Unit Housing Membran Stainless Steel
- 2 Unit Membran Kapasitas 10.000 Gpd Type Bw 30 - 400
- 1 Unit Booster Pump Centifugal Multistage
- 1 Unit supplyy pump
- 1 Unit Housing Multi Catridge Stainless Steel 30" + Catridge
- Pipa Inlet 1,5" ; Pipa Outlet : 1"
- 2 Unit Pressure Gauge
- 2 Unit flow meter
- Selector Switch + Panel kontrol
- 1 Unit tabung bahan kimia pencucian membran
- 1 lot perpipaan pencucian membran
- Rangka Stainless Steel
- Pemakaian Daya : 3000 Watt.



Penulis bernama Elsy Arily Yunanda dilahirkan di Pasuruan, tanggal 15 Oktober 1996, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari Bapak Yulianto dan Ibu Nonon Kustriana. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu: TK Tawangrejo 2, SDN Tawangrejo 2, SMPN 2 Pandaan, SMAN 1 Batu, penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2014 dan terdaftar

dengan NRP 2314 030 075.

Semasa kuliah, penulis dipanggil dengan sapaan Elsa, aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai staff Departemen Kominfo HIMA D3KKIM 15/16, menjadi staff Departemen Kominfo BEM FTI 15/16, menjadi Staff Ahli Divisi Wacana Publik Departemen Kominfo HIMA D3KKIM 16/17, menjadi Pemandu LKMM Tingkat Dasar, menjadi asisten laboratorium Dasar-Dasar Kimia Fisika.

Email: elsyayunanda@gmail.com



Penulis kedua bernama Delfi Melinda Nurul Riyadi dilahirkan di Surabaya, 15 November 1996, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari Bapak Muhlis Riyadi dan Ibu Siti Asiyah. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu: TK Triguna Bhakti 1, SDN Gading 2, SMPN 19, SMAN 7 Surabaya, penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2014

dan terdaftar dengan NRP 2314 030 086.

Semasa kuliah, penulis dipanggil dengan sapaan Delfi, aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai staff Departemen Dalam Negeri HIMA D3KKIM 15/16, menjadi Sekertaris Departemen Dalam Negeri HIMA D3KKIM 16/17, menjadi asisten laboratorium Teknologi Makanan pada tahun 2016 dan asisten laboratorium Analisa Instrumentasi pada tahun 2017 .

Email: delfimelinda@gmail.com